Anno I - Settembre 1957 - Sped. in abbon. postale - Gruppo III

alta fedeltà

NUMERO LIRE 250

prodotti **Garrard**

per alta fedeltà

La moderna tecnica della riproduzione fonografica ad alta fedeltà richiede alle Case Costruttrici un continuo studio ed una continua ricerca atta a permettere la costruzione di parti o complessi rispondenti alle crescenti esigenze della clientela. In questo particolare ramo, tra i nomi più conosciuti ed affermati figura quello della Garrard, la cui produzione è tutta improntata ad una ben nota serietà costruttiva che ha permesso a questa Casa la conquista dei mercati mondiali. Alcuni prodotti Garrard particolarmente adatti per impianti ad alta fedeltà di grande classe sono i seguenti:

MOTORE PROFESSIONALE MODELLO 301/S

Adottato ormai come « standard » dalle stazioni di radiodiffusione di tutto il mondo, questo motore permette la riproduzione dei dischi a 78, 45 e 33 1/3 giri con un livello di modulazione e di « rumble » assolutamente trascurabili. Il piatto stroboscopico e il freno magnetico permettono di regolare la velocità con grande precisione. Il motore è munito di calotta antimagnetica, lubrificazione a pressione, filtro anti-disturbi.

MOTORE PROFESSIONALE MODELLO TPA 10

Costruito con grande precisione, esso offre all'utente il mezzo di risolvere tutte le difficoltà che si possono presentare in fase di montaggio e installazione.
La lunghezza del braccio può essere variata da 19 a 24 cm. per permettere l'uso dei dischi da 30 a 40 cm. rispettivamente. Vi è poi possibilità di variare, e quindi scierrgliere opportunamente, l'altezza, l'angolo di tangenza ed infine la pressione della puntina sul disco.

CARTUCCIA DINAMICA AD ALTA FEDELTÀ MODELLO GMC 5

Giudicata una tra le migliori cartucce oggi esistenti, essa possiede una eccezionale linearità di produzione e un responso da 20 a 16000 periodi.
Confrontata con altre cartucce ad alta fedeltà, essa presenta i seguenti vantaggi:
1 - Maggiore robustezza.
2 - Possibilità di cambiare singolarmente le puntine e senza pericolo di danneggiare la cartuccia.
3 - Maggiore tensione di uscita.
Le puntine (per 78 giri e per microsolco) possono essere fornite con punta di zaffiro o di diamante.
La testina è corredata da apposito traslatore con custodia in Mumetal, accessori e istruzioni tecniche.

CAMBIADISCHI AUTOMATICO MOD. RC 98

Questo cambiadischi è particolarmente indicato per impianti ad alta fedeltà perchè munito di comando automatico e manuale, di dispositivo per la regolazione precisa delle 4 velocità, con livello bassissimo di modulazione e di fluttuazione.
Eventualmente corredato di astuccio adatto a tutti i tipi di pick-up per alta fedeltà a fissaggio normalizzato.

Rappresentante esclusiva per l'Italia:

SIPREL

Società Italiana Prodotti Elettronici

MILANO — **Via Fratelli Gabba, 1**
Tel. 861.096 - 861.097

FONIT

presenta agli appassionati di Jazz i best-sellers d'America:

2199 **CRAZY, CRAZY LOVIN'** - J. Carrol and his Hot Rocks
HOT ROCK - (idem)

2187 **WRITTEN ON THE WIND** - The Victor Young Singing Strings - dir. da A. Newman
ANASTASIA - (idem)

2133 **BRAZIL** - Carmen Cavallaro, pianoforte and The Columbia Pictures - Eddy Duchin Story, orchestra
TO LOVE AGAIN - (idem)

2055 **A WOMAN IN LOVE** - Four Aces con Al Albert e coro e Orchestra J. Pleis
OF THIS I'M SURE - (idem)

1949 **THE GANG THAT SANG « HEART OF MY HEART »** - Four Aces con Al Alberts e Orch. J. Pleis
STRANGER IN PARADISE - (idem)

1856 **BASIN STREET BLUES** - parte I - L. Armstrong con « The All Stars »
BASIN STREET BLUES - parte II - (idem)

e le incisioni più vendute a Parigi negli ultimi mesi:

25117 **GINA** - E. Constantine con Orchestra Wal-Berg
L'HOMME ET L'ENFANT - T. e E. Constantine con Orchestra Wal-Berg

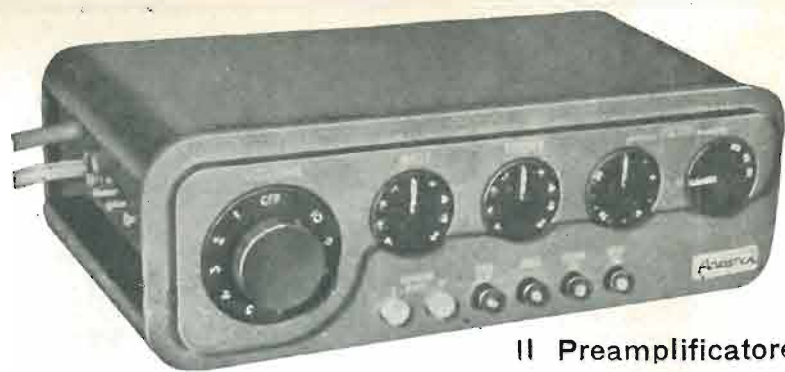
25116 **GELSOMINA** - E. Barclay e la sua grande Orchestra
LA STRADA - (idem)

25115 **LE RIFIFI** - E. Barclay e la sua grande Orchestra
SOUVENT J'AI REVE - (idem)

25080 **LAURA** - Don Byas e la sua Orchestra
CEMENT MIXER - (idem)

25078 **LE GOUALANTE DE PAUVRE JEAN** - E. Barclay e la sua grande Orchestra
FLEUR DE PAPILLON - (idem)

25019 **LA CUMPARSITA** - P. Racho e la sua Orchestra tipica argentina
CAMINITO - (idem)

25004 **LA SAINT-BONHEUR** - R. Lebas con Orchestra Jo Boyer
NI TOI, NI MOI - R. Lebas con Orchestra Emil Stern

Il Preamplificatore
Equalizzatore

Il più perfetto complesso inglese per impianti di alta fedeltà...

della "THE ACOUSTICAL MANUFACTURING CO. LTD"
di Huntingdon, Hunts, Inghilterra.

Alcune caratteristiche:

Linearità entro 0,2 dB da 20 a 20.000 Hz
" " 0,5 dB da 10 a 50.000 Hz
Uscita 15 Watt sulla gamma 20 ÷ 20.000 Hz
Distorsione complessiva inferiore a 0,1%
Rumore di fondo: - 80 dB
Compensazione delle caratteristiche d'ambiente
Equalizzatore a pulsanti

Opuscolo descrittivo gratis a richiesta

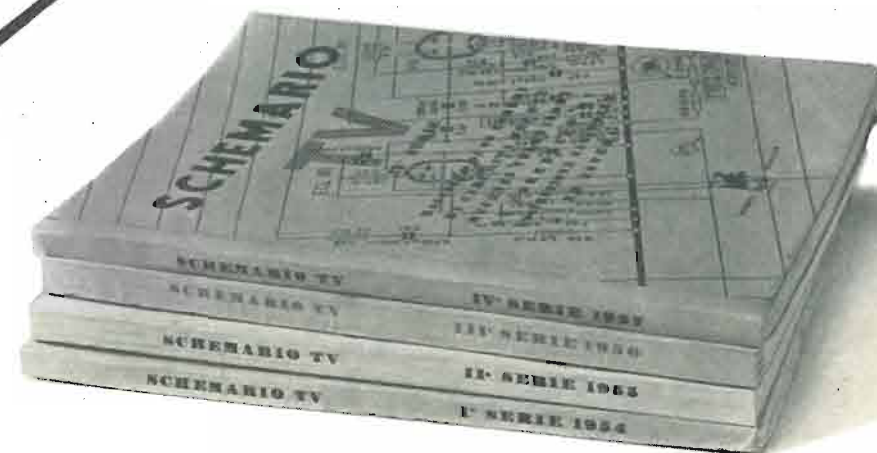
L'amplificatore
di Potenza

Concessionario per l'Italia:

LIONELLO NAPOLI
Viale Umbria, 80 - Telefono 573.049
MILANO

É uscita il 4° Schemario TV

Formato aperto 43x31,5
Costo L. **2500**

Comprende 60 schemi circuitali nuovi, delle più note Case costruttrici italiane ed estere. E' la continuazione di una raccolta che non può mancare ai teleriparatori ed agli studiosi TV.

IL ROSTRO

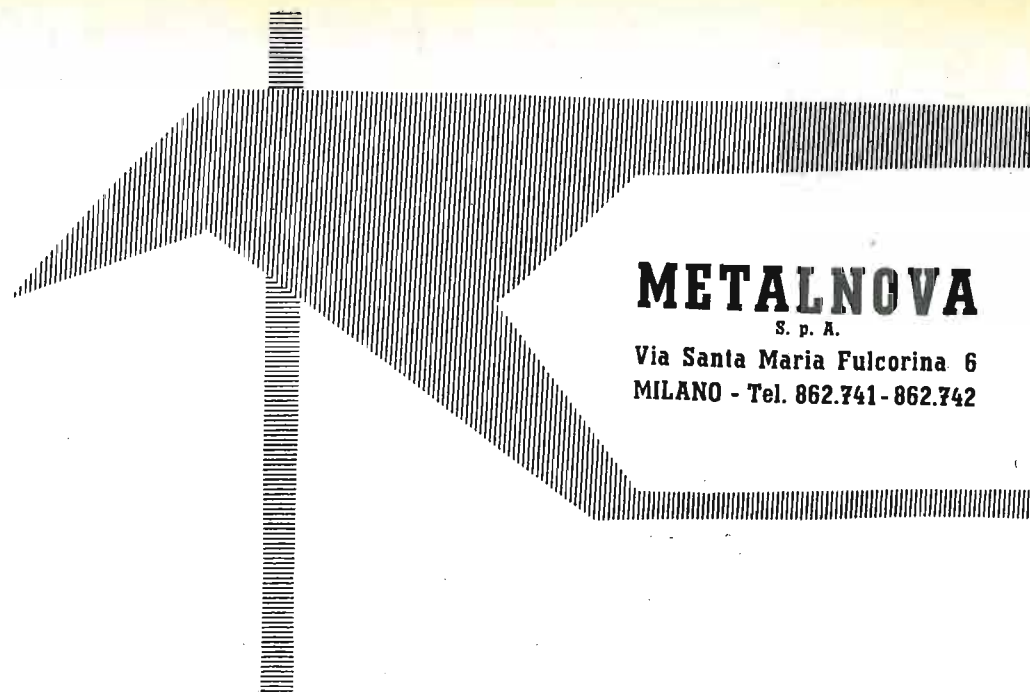
E' in vendita presso la
Ed. il Rostro - Via Senato, 28 - Milano - Tel. 798.230 - 702.908

Direzione, Redazione, Amministrazione
VIA SENATO, 28
MILANO
Tel. 70.29.08/79.82.30
C.C.P. 3/24227

sommario al n. 5 di alta fedeltà

pubblicazione mensile

Dirett. tecnico: **dott. ing. Antonio Nicolich**
Impaginatore: **Oreste Pellegri**
Direttore responsabile: **Alfonso Giovene**
Un fascicolo separato costa **L. 250**; abbonamento annuo **L. 2500 più 50** (2% imposta generale sull'entrata); estero **L. 5000 più 100**. Per ogni cambiamento di indirizzo inviare **L. 50,** anche in francobolli. La riproduzione di articoli e disegni da noi pubblicati è permessa solo citando la fonte. I manoscritti non si restituiscono per alcun motivo anche se non pubblicati. La responsabilità tecnico-scientifica di tutti i lavori firmati spetta ai rispettivi autori, le opinioni e le teorie dei quali non impegnano la Direzione.
Autorizz. del Tribunale di Milano N. 4231

Tip. TIPEZ - Viale G. da Cermenate, 56

E' facile L'AUDIZIONE AD ALTA FEDELTÀ?

Dobbiamo rispondere negativamente a questa domanda. Premesso che l'apparato riproduttore sia inappuntabile da tutti i punti di vista, non è agevole ricavare da esso una riproduzione sonora Hi-Fi. Basti pensare alla definizione stessa di alta fedeltà: dare all'ascoltatore la stessa sensazione auditiva ch'egli riceverebbe se fosse collocato al posto del microfono davanti alla sorgente sonora. Ora viene a mancare il termine di confronto che sta alla base della Hi-Fi; infatti l'ascoltatore non può immaginare quale sensazione avrebbe ricevuto se si fosse trovato nell'ambiente di ripresa. L'apparecchio riproduttore gli offre il mezzo di variare l'intensità sonora, i toni alti e i toni bassi con continuità, di introdurre o escludere con pulsanti o con commutatori a scatti alcuni circuiti esaltatori o attenuatori di questa o di quella zona della gamma acustica; è evidente che ben difficilmente egli potrà eseguire correttamente tutte queste ed altre regolazioni (ad es. la scelta della caratteristica di riproduzione corrispondente alla curva di incisione del disco, la scelta dell'ingresso all'amplificatore a seconda che si tratti di dischi o di nastri magnetici, l'esclusione dei tweeter nell'uso su radio in MA ecc.) affidandosi esclusivamente al suo intuito musicale. Anche l'interpretazione delle curve di risposta in frequenza (quasi mai a disposizione del privato) fornite dal fabbricante del complesso Hi-Fi presenta delle difficoltà: infatti, se non è da temere una variazione della risposta col regolatore di volume al massimo in funzione dell'ampiezza del segnale applicato all'ingresso, sensibili modifiche sono da aspettarsi a parità di segnale applicato quando si regola il volume verso il minimo; in questo caso si ha una perdita di alte frequenze imputabile al filtro formato della porzione del potenziometro in serie colla capacità di entrata e da questa stessa capacità. Il controllo fisiologico di volume elimina parzialmente questo inconveniente, ma introduce altre variabili, sul comportamento delle quali non si giurerebbe. L'apparato riproduttore Hi-Fi ad alta fedeltà è tale in quanto sia fatto funzionare secondo gli intendimenti di progetto, diversamente può dar luogo ad una riproduzione completamente innaturale che della Hi-Fi non possiede neppure l'impronta. Si dovrebbe concludere che bisogna dare all'utente un apparecchio già predisposto e col minor numero di manopole possibile, affinchè non esegua delle sregolazioni disastrose; in particolare si dovrebbero eliminare i controlli di tono (alti e bassi) a regolazione continua, ma ciò è quasi un assurdo. Si pensi ad es. infatti alla necessità di eliminare il fruscio dei dischi non recenti, di arricchire di bassi quelle registrazioni nelle quali essi fossero stati eccessivamente deaccentuati, ecc. D'altro canto i musicisti amano partecipare personalmente a foggiare la qualità dell'audizione e richiedono di avere a disposizione il maggior numero possibile di regolatori per correggere le manchevolezze dell'esecuzione secondo un criterio interpretativo del tutto personale suggerito dalla loro cultura e dal loro gusto musicale. Che si deve allora fare? Il miglior partito è di fabbricare due tipi di apparecchi: un tipo a molti parametri variabili per gli intenditori che conoscono a memoria i brani da riprodurre coi precisi rapporti di intensità fra le frequenze componenti, l'altro tipo per quanto possibile predisposto con regolazioni preparate per gli utenti che necessitano di essere guidati per l'ascolto musicale ad alta fedeltà.

Dott. Ing. A. NICOLICH ■

SISTEMA DI REGISTRAZIONE E RIPRODUZIONE STEREOSONICA

Dott. Ing. A. NICOLICH - PARTE 2ª

Per cortese autorizzazione dell'« Institution of Electrical Engineers » siamo in grado di offrire ai nostri lettori una chiara esposizione sui sistemi di suono stereofonico, opera dei tre illustri autori inglesi H.A. M. Clark, G.F. Dutton e P.B. Vanderlyn, membri associati del suddetto Istituto.

4. 1. 1 — Risposta cocleare.

Quando un'onda sonora arriva all'orecchio, il risultato immediato è la produzione di una forma d'onda elettrica corrispondente a quella della pressione sonora istantanea. Questo fatto è noto come « risposta cocleare » e può essere rivelata amplificando le differenze di potenziale fra elettrodi opportunamente disposti. Il segnale in questa forma non è sfruttabile per l'analisi da parte del cervello, e sembra che la sua prima azione sia di iniziare una risposta elettrochimica nelle fibre del nervo adiacente contenente l'informazione originale nella forma dell'impulso codificato.

4. 1. 2 — Potenziale di azione.

Questo segnale secondario è detto « potenziale di azione » e differisce essenzialmente dalla risposta cocleare. Consta di brevi impulsi di durata ed ampiezza costanti, che si verificano apparentemente ad intervalli periodici. La frequenza media di questi impulsi sta in relazione coll'intensità dello stimolo originale piuttosto che colla sua frequenza. Quest'ultima può essere determinata in altro modo, possibilmente osservando quale sia la parte della membrana basilare, che risponde. Osservazioni eseguite sulle singole fibre del nervo indicano che i successivi impulsi sono sempre separati nel tempo da un multiplo intero del periodo dello stimolo e che essi incidono in un particolare punto sull'onda della risposta cocleare. Quando un impulso ha avuto inizio la particolare fibra sulla quale esso si verifica rimane inattiva per un breve intervallo di tempo, noto come « periodo refrattario », che varia in accordo all'intensità dello stimolo. Questo meccanismo limita la velocità di ripetizione degli impulsi in ogni singola fibra a poche centinaia al secondo. Vi sono molte fibre nervose associate a ciascun orecchio, ed è noto che almeno una fibra risponderà a ciascun ciclo dello stimolo incidente, fino alla frequenza di 500 Hz, o forse più alta. Visto che il cervello può discriminare coppie di impulsi prodotti alle due orecchie dalla stessa onda sonora, l'informazione della differenza di tempo originale è disponibile per esso.

4. 1. 3 — Sistema a confronto di tempo.

E' chiaro che se il ragionamento sopra riportato è giusto, ciascun ciclo dell'onda incidente dà luogo ad un impulso del potenziale d'azione fino alla frequenza di circa 1500 Hz, e che tali impulsi avvengono in un punto definito del ciclo. Ciò si verifica ad entrambe le orecchie, e se vi fosse qualche mezzo per misurare le differenze di tempo intercedente fra la loro produzione, l'angolo di arrivo del suono potrebbe essere dedotto. Lo Jeffress ha avanzato una teoria, che spiega come ciò avvenga. Si noti innanzi tutto che la trasmissione di un impulso in una fibra nervosa non è una semplice trasmissione elettrica simile a quella lungo un cavo telefonico. Essa è invece di natura elettrochimica; gli impulsi viaggiano senza attenuazione, perchè si rigenerano automaticamente, con una velocità relativamente bassa. Le velocità di propagazione, secondo le misure, non superano i 10^4cm/s circa, cioè sono molte volte minori della velocità del suono nell'aria.
La teoria postula l'esistenza di una combinazione nervosa tale che un nervo richiede di essere stimolato da due altri simultaneamente, prima di rispondere. Gli ingegneri raffrontano questa combinazione ai principii dei circuiti delle calcolatrici elettroniche. Si ritiene che un certo numero di queste combinazioni nervose vengano espanse attraverso il cervello e stimolate da coppie di fibre nervose di opportuna lunghezza, connesse alle due orecchie. La fig. 2 mostra quanto ora detto, in modo schematico, in termini usati in ingegneria, ricordando che i tempi di trasmissione sono proporzionali alle lunghezze fisiche delle varie connessioni. Una risposta da uno di questi impulsi di comando corrisponde ad una coppia di impulsi separati da un definito intervallo di tempo fra gli stimoli, e quindi con una direzione definita di arrivo del suono originale. In figura una risposta da un impulso di comando dal lato sinistro corrisponde a un'onda sonora proveniente dal lato destro dell'osservatore e viceversa. Recentemente sono state pubblicate alcune esperienze dimostrative di questa teoria. Sono descritti esperimenti eseguiti su gatti, in cui si fornivano alle due orecchie indipendentemente degli impulsi sonori (click), separati da un intervallo di tempo noto, e si osservava la risposta ai lobi sinistri e destri. La massima risposta era ottenuta dal lobo destro, quando il click alimentato all'orecchio sinistro anticipava di un tempo corrispondente ad un suono proveniente dalla sinistra del soggetto, e vice versa.

4. 1. 4 — Applicazioni della teoria.

La fisiologia del cervello non è sufficientemente nota per confermare o per rifiutare un meccanismo simile a

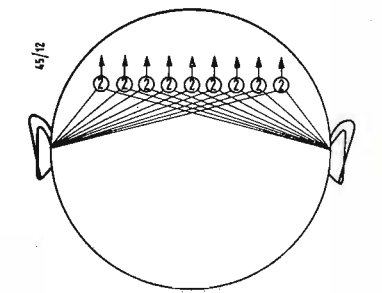



Fig. 2. - Schema di un possibile sistema di confronto del tempo.

quello sopra postulato, tuttavia la sua estrema semplicità lo rende attraente. La teoria costituisce un'opportuna base per lo sviluppo degli studi, e con essa si possono giustificare molti fatti osservati sperimentalmente. Essa dimostra chiaramente l'importanza dell'arrivo alle orecchie del primo fronte d'onda; questo è nelle migliori condizioni per provocare un impulso, poichè il meccanismo inibitorio non agisce. Si spiega anche la difficoltà di localizzare toni puri di alta frequenza. Coppie di impulsi originati da cicli diversi dell'onda incidente, produrranno risposte spurie, che il cervello dovrà scartare. Si ritiene che in queste condizioni, le differenze di intensità assumano una parte importante. Con le forme d'onda complesse di alta frequenza, inoltre, gli impulsi tenderanno a raggrupparsi intorno alle sopraelevazioni della forma d'onda, ciò che agevola il meccanismo del confronto dei tempi a divenire attivo. Il caso più favorevole di distinguere chiaramente una direzione sembra verificarsi alle frequenze più basse, quando gli impulsi del potenziale di azione possono essere appaiati in un unico modo per fornire una differenza di tempo corrispondente ad un possibile angolo di arrivo. Ciò non significa che alle bassissime frequenze si possa ottenere un'indicazione molto precisa. La minore velocità alla quale la forma d'onda attraversa l'asse della pressione zero e la più alta soglia, come indicano le curve di Flatcher-Munson, si combinano e producono una perdita di risoluzione, che si traduce in un errore nella determinazione della direzione stimata.
Tuttavia il senso della direzione è molto forte alle basse frequenze, e gli studiosi non escludono che le frequenze basse non abbiano una parte nella localizzazione angolare.

4. 2 — Lo scopo del sistema stereosonico.

Lo scopo del sistema « stereosonico » è quello di riprodurre alle orecchie dell'uditore, in un'area più grande possibile davanti ad una coppia di altoparlanti, le stesse pressioni sonore vettoriali, che egli avrebbe percepito ascoltando direttamente ponendosi in una posizione corrispondente davanti allo stadio in cui si generano i suoni. In altre parole, sebbene la spaziatura fra gli altoparlanti, in generale, deve essere minore della massima dimensione della sorgente sonora (orchestra per es.), salvo per gli strumenti soli o per le voci soliste con accompagnamento, se la larghezza del suono riprodotto è la stessa che è sottesa, nella posizione optima per l'ascoltazione diretta, l'uditore avrà l'impressione di essere stato trasportato nello studio di registrazione e di essere collocato nella posizione di optimum per l'audizione diretta. Come è noto a distanza dalla sorgente sonora, l'unico elemento determinante è il rapporto fra segnale diretto e segnale riverberante, ad eccezione delle possibili variazioni nelle qualità dovute all'assorbimento delle alte frequenze a distanza. Generalmente la riverberazione degli ambienti domestici medi è piccola rispetto a quella delle sale da concerto usate per i grandi complessi orchestrali e corali, pertanto il senso di distanza percepito non è sostanzialmente alterato.
E' impossibile ottenere questo scopo alla perfezione, ma con questo sistema si è fatto un tentativo per riprodurre le fasi relative istantanee, e quindi le differenze di tempo fra le orecchie alle frequenze più basse e le intensità relative alle frequenze più alte. Si intende dunque chiaramente che il sistema è previsto per funzionare solo con altoparlanti spaziati e quindi a trasmettere l'effetto spaziale per un'audizione nello spazio libero.

4. 3 — Teoria matematica.

4.3.1. — Pressioni vettoriali alle orecchie nell'audizione diretta.

La fig. 3 mostra una sorgente attuale S di suono davanti a due orecchie O_S ed O_D poste a distanza h in posizione tale che la congiungente S col punto di mezzo di h, forma un angolo Θ con la verticale condotta da detto punto centrale. E' evidente che il suono per giungere ad O_S deve percorrere lo spazio $A_S O_S$ in più del percorso medio, mentre per giungere ad D_D deve percorrere lo spazio $A_D - O_D$ in meno del percorso medio. Se la velocità del suono nell'aria è v, per andare da A_s ad O_s il suono impiegherà il tempo h sen Θ/2 v. Allora l'intervallo di tempo fra gli arrivi del suono alle due orecchie sarà h sen Θ/v. Perciò, se h è piccola rispetto alla distanza della sorgente S, l'intensità alle due orecchie sarà la stessa, ma vi sarà una differenza di fase: $\varphi = \omega h\text{-sen}\ \Theta/v$ (1) in cui $\omega = 2\pi f$ ed f è la frequenza dell'onda sonora. Alle frequenze più alte, per le quali la lunghezza d'onda è breve rispetto ad h, l'angolo di fase sarà grande ed incerto, ma il ritardo di tempo sarà lo stesso. A motivo dell'effetto di mascheramento della testa, l'intensità non può essere calcolata con precisione, ma deve essere determinata sperimentalmente.
Se in riproduzione si riesce a replicare questi sfasamenti ed intensità, il suono ricevuto appare provenire da una direzione individuata dallo stesso angolo Θ.

4. 3. 2 — Il sistema di riproduzione.

Per l'uso domestico in generale è ammesso l'uso di due soli altoparlanti, ed essi devono essere fatti funzionare in modo da riprodurre il più fedelmente possibile alle orecchie le richieste pressioni vettoriali.
Poichè la massima concentrazione di energia acustica nella musica e nella parola si verifica al di sotto di 700 Hz circa, è importante che il sistema possa lavorare efficacemente alle basse frequenze.

In fig. 4, W_s e W_D sono due altoparlanti uguali alimentati con segnali di entrata che sono in fase, ma di differente ampiezza. Gli altoparlanti sottendono un angolo 2ψ rispetto ad un uditore in posizione centrale, le cui orecchie O_s e D_D sono separate da una distanza h, che si assume piccola rispetto alla distanza degli altoparlanti. Dalla relazione (1) lo sfasamento fra O_s e D_d per il suono incidente da entrambi gli altoparlanti sarà $2\omega\mu = \omega h\ \text{sen}\ \psi/v$, in cui 2μ è la differenza nel tempo di arrivo a O_s e O_D. Supponiamo che la pressione sonora istantanea media ad entrambe le orecchie sia S sen ωt da W_s e D sen ωt da W.
Le pressioni sonore a ciascun orecchio possono esser calcolate come segue:

da W_S	S sen ωt	S sen (ωt+μ)	S sen (ωt—μ)
da W_D	D sen ωt	D sen (ωt—μ)	D sen (ωt+μ)

Quindi la pressione totale a $O_s = S\ \text{sen}\ \omega(t+\mu) + D\ \text{sen}\ \omega(t-\mu) = (S^2 + D^2 + 2DS\cos\omega\mu)^{1/2}\ \text{sen}\left[\omega t + \text{artg}\left(\frac{S-D}{S+D}\ \text{tg}\omega\mu\right)\right]$

Analogamente la pressione totale a O_D è:

$$O_D = (S^2+D^2+2DS\cos\omega\mu)^{1/2}\ \text{sen}\left[\omega t - \text{artg}\left(\frac{S-D}{S+D}\text{tg}\frac{\omega h\ \text{sen}\ \psi}{2v}\right)\right]$$

Lo sfasamento fra O_s e O_d è Φ_2, definito dalla relazione:

$$\varnothing_2 = 2\ \text{artg}\left(\frac{S-D}{S+D}\text{tg}\omega\mu\right) = 2\ \text{artg}\left(\frac{S-D}{S+D}\text{tg}\frac{\omega h\text{sen}\psi}{2v}\right) \quad (1)$$

Quando ωμ e $\varnothing_2$ sono << π/2, si deduce: $\varnothing_2 = \frac{S-D}{S+D}\frac{\omega h\ \text{sen}\ \psi}{v}$ (2)

Allora se gli altoparlanti sono alimentati in fase con ampiezze relative corrette, lo sfasamento Φ_2 alle due orecchie può essere reso uguale a quello della sorgente sonora per qualsiasi angolo compreso entro ± ψ.
Inoltre, se S o D possono divenire negative cioè possono subire un'inversione di fase, la direzione apparente giace fuori dal limite di ± ψ alle frequenze per le quali è valida questa analisi. Questo fenomeno non è facilmente osservabile in pratica, probabilmente perchè è accompagnato da un certo grado di cancellazione di ampiezza. Tuttavia esso ha potuto essere verificato con esperienze di laboratorio.

4. 3. 3 — Sistemi di microfoni.

Quando nel 1929 e 1930 il Blumlein eseguiva i suoi esperimenti, i microfoni disponibili erano unicamente quelli a pressione ed avevano un diagramma polare essenzialmente circolare. Per ottenere gli opportuni segnali di ingresso agli altoparlanti il primo dispositivo da usare consisteva nell'impiego di due di tali microfoni a pressione separati da circa 20 cm (equivalenti alla distanza tipica fra le orecchie). Le uscite erano perciò di uguale ampiezza, per qualsiasi angolo della sorgente, ma vi era una differenza di fase data dalla relazione (1).
Per convertire questa nella richiesta differenza di ampiezza secondo la relazione (2), si era usato un circuito ingegnoso in cui le due uscite dei microfoni venivano dapprima sommate e sottratte per produrre due nuove tensioni in quadratura. La tensione differenza veniva integrata, cioè moltiplicata per un fattore proporzionale a 1/ω e ruotata di 90° La tensione somma veniva attenuata uniformemente secondo un fattore conveniente. Queste due tensioni modificate venivano nuovamente sommate e sottratte e davano luogo a due tensioni finali in fase, ma di differente ampiezza, di valori tali che, si può dimostrare, se applicate a due altoparlanti, secondo la relazione (2), producevano alle orecchie gli stessi angoli di fase, esistenti ai microfoni. La fig. 5 rappresenta due microfoni a velocità, cioè del tipo a nastro, coi lor oassi di massima risposta disposti a 90°. Tali microfoni hanno una risposta proporzionale al seno dell'angolo fra la sorgente e il piano del nastro. Una sorgente S_t formi un angolo Θ_t coll'asse mediano dei microfoni. Le uscite dei microfoni saranno in fase per qualunque valore di Θ_t se i microfoni sono posti sullo stesso asse verticale, ma le loro uscite S e D devono essere date da:

$$S \equiv \text{sen}\ (45° + \Theta);\ D \equiv \text{sen}\ (45° - \Theta)$$

dalle quali si deduce: $\frac{S-D}{S+D} = \frac{\text{sen}\ \Theta_t}{\cos\ \Theta_t} = \text{tg}\ \Theta_t$ (3)

4. 3. 4 — Compostamento del sistema completo alle basse frequenze.

Se le tensioni di uscita dei microfoni sono applicate (dopo conveniente amplificazione) agli altoparlanti lo sfasamento risultante fra i suoni alle orecchie sarà dato dalla (2) già riportata sopra:

$$\varnothing_2 = \frac{S-D}{S+D}\ \frac{\omega h\text{sen}\ \psi}{v} \quad (2)$$

e per la (3): $\varnothing_2 = \text{tg}\ \Theta\ \frac{\omega h\text{sen}\ \psi}{v}$

Ciò viene interpretato dalle orecchie come una sorgente sonora apparente in direzione Θ_a, che per la (1) vale: $\Theta_a = \Phi_2 v/\omega h$, ossia:

$$\text{sen}\ \Theta_a = t_g\ \Theta_t\ \text{sen}\ \psi \quad (4)$$

La fig. 6 mostra l'angolo apparente Θ_a in funzione dell'angolo vero Θ_t per vari valori del parametro ψ. Si deduce che quando l'ascoltatore è a una distanza tale che gli altoparlanti sottendono l'angolo $2\psi = 120°$, l'an-

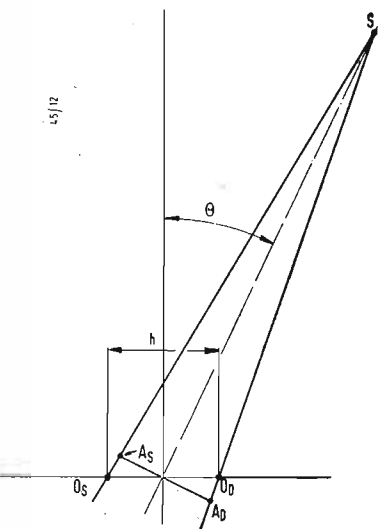



Fig. 3
Differenza di tempo del suono proveniente alle due orecchia da una sorgente in ... direzione obliqua.

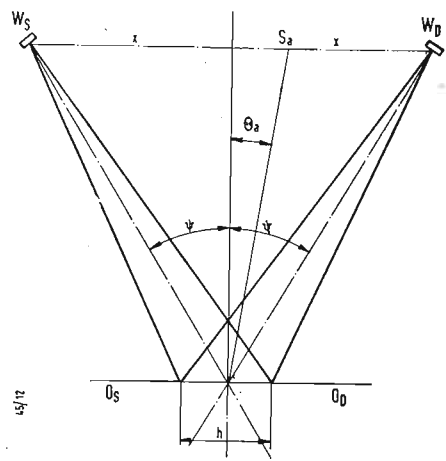



Fig. 4
Sorgente apparente dedotta dalla differenza di tempo del suono prodotto alle due orecchie da due altoparlanti che lavorano a differenti livelli sonori.

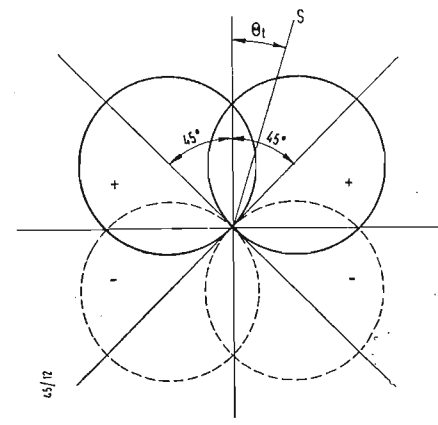



Fig. 5
Caratteristiche polari di una coppia di microfoni a velocità a 90°.

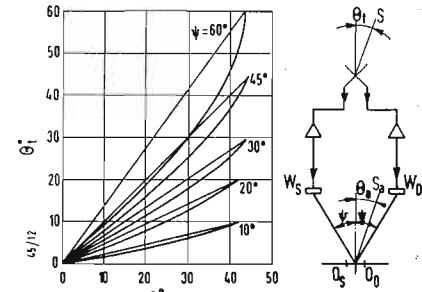



Fig. 6
Angolo apparente in funzione dell'angolo vero per microfoni a velocità a 90°.

golo apparente Θ_a è molto vicino all'angolo vero Θ_t fino a $\pm 35°$. Quando l'uditore è a distanze diverse dagli altoparlanti, mantenendosi però sempre sulla linea centrale, la sorgente apparente rimane alla stessa frazione della distanza totale fra gli altoparlanti, dimostrando così che si verifica un'immagine sonora correttamente proporzionata, sebbene la scala angolare sia stata alterata. La distorsione angolare è tale che la sorgente apparente sembra essere alquanto più vicina al centro del reale per la maggior parte del campo.

4. 3. 5 — Comportamento alle alte frequenze.

Se i microfoni a velocità hanno una caratteristica angolare costante a tutte le frequenze, il rapporto delle tensioni applicate agli altoparlanti è indipendente dalla frequenza. Alle frequenze superiori a 700 Hz circa, inoltre l'analisi precedente non è più valida, perchè diviene incerto l'angolo di fase fra le pressioni alle orecchie O_s e O_D. A queste frequenze inoltre l'effetto di mascheramento della testa, fa sì che l'orecchio sinistro è più influenzato dall'altoparlante a sinistra che da quello a destra e viceversa, e si può facilmente dimostrare che alle frequenze più alte l'informazione direzionale può essere comunicata. Si sono eseguite prove soggettive con un certo numero di osservatori, usando due altoparlanti alimentati con tensioni relative note mediante una sorgente ottenuta con musica registrata. Dapprima si era inserito un filtro che trasmetteva tutte le frequenze fino a 700 Hz, impiegando varie fonti sonore comprendenti il parlato maschile e femminile, assolo, e musica orchestrale e di ottoni. Si è poi ripetuto l'esperimento sfruttando tutte le frequenze sopra i 600 Hz. Si sono così ottenute molte localizzazioni entro $\pm 2°$ in ciascun caso, ma mentre alle basse frequenze l'angolo era in accordo colle relazioni (1) e (2) per un dato rapporto dei segnali agli altoparlanti, quello ottenuto alle alte frequenze è risultato maggiore.

Il tipo di dipendenza ottenuta fra le grandezze in gioco è in accordo con quello pubblicato da altri sperimentatori che insistono essenzialmente sulle differenze di intensità. I risultati per le frequenze alte e basse possono essere giustificati, salvo per posizioni estreme della sorgente, introducendo un fattore di circa 0,7 nel rapporto $(S - D)/(S + D)$ oltre i 700 Hz.

4. 4 — Fondamenti del sistema di registrazione.

Per realizzare le condizioni previste in 4.2, il sistema di microfoni può essere costituito da due microfoni a velocità disposti con gli assi di massima risposta perpendicolari tra loro. Le uscite di questi microfoni possono essere sommate e sottratte, il canale differenza può essere attenuato di 3 dB a tutte le frequenze superiori a 700 Hz. Queste tensioni vengono poi nuovamente sommate e sottratte e usate per alimentare due identici canali di altoparlanti. Se gli altoparlanti sono equidistanti dall'osservatore e formano un angolo di 90° circa rispetto ad esso, egli riceverà l'informazione direzionale essenzialmente giusta a tutte le frequenze entro allo spettro. A distanze maggiori dagli altoparlanti l'uditore continuerà ad avere l'impressione che la posizione apparente della sorgente rispetto agli altoparlanti, sia sempre la stessa.

Una caratteristica importante di un sistema, che sfrutta due microfoni a velocità a 90° è che la somma efficace delle uscite degli altoparlanti è costante per una sorgente a distanza costante dai microfoni, indipendentemente dalla sua direzione. E' questa caratteristica che permette al sistema di riprodurre un campo sonoro uniforme fra gli altoparlanti, senza la tendenza a dar luogo a un « vuoto » al centro.

Quest'ultimo effetto può risultare molto pronunciato con sistemi in cui i microfoni siano spaziati.

4. 5 — Fonti di errori.

Quantunque si sia fatta l'ipotesi nell'esposizione precedente che i canali amplificatori, i microfoni, gli altoparlanti siano privi di distorsione, è evidente che essi non possono essere perfettamente adattati in ampiezza e in fase, specialmente i trasduttori. La teoria sopra riportata permette di calcolare l'effetto di piccole differenze inevitabili nella risposta in frequenza, ma tali trasduttori introdurranno sfasamenti, prima che le differenze di ampiezza divengano molto pronunciate.

Opportuni computi dimostrano che uno spostamento di fase in un canale, non provoca variazione nella posizione centrale, cioè quando i due canali sono allo stesso livello. Uno sfasamento di 90° in un canale può introdurre i seguenti fattori di errore:

fattore di errore	2	1,5	1
Angolo Θ_t	piccolo	26°	39°

4. 5. 1 — Effetto della posizione asimmetrica dell'uditore.

I calcoli precedenti presuppongono un osservatore disposto simmetricamente rispetto agli altoparlanti e sulla linea centrale. Se l'osservatore gira la sua testa, la sorgente apparente rimarrà nella stessa posizione, come nell'ascolto naturale, ma se egli si muove verso un lato oltre la linea centrale, la posizione apparente si sposta nella stessa direzione, cioè da S_a ad S_a' in fig. 7. Le ragioni di questo fatto sono, primo, che la intensità sonora proveniente da W_D è aumentata mentre è diminuita quella proveniente da W_s; le loro fasi relative sono alterate, a motivo della differenza nella lunghezza dei percorsi. Secondariamente gli angoli sottesi dagli altoparlanti rispetto all'osservatore, sono pure divenuti diseguali.

L'effetto di queste variazioni rende arduamente laborioso il calcolo dell'angolo apparente, ma è possibile, con delle ipotesi semplificative, apprezzare il loro effetto in generale. La fig. 8 indica la posizione della sorgente apparente di fig. 7, per varie posizioni dell'uditore, in funzione delle posizioni della sorgente reale rispetto ai microfoni. In fig. 8, r è la proiezione dello spostamento dell'osservatore sulla linea base degli altoparlanti, espressa in frazioni della distanza x (v. fig. 8). I calcoli trascurano l'effetto della differenza di percorso sulle fasi relative all'ascoltatore del suono proveniente

Fig. 7

Variazione della posizione della sorgente apparente con lo spostamento della posizione di ascolto.

Fig. 8

Posizione apparente in funzione della posizione vera per posizione asimmetrica di ascolto.

da W_S e da W_D; il che è quanto dire che tali calcoli sono validi quando detta differenza di cammino è piccola rispetto alla lunghezza d'onda. Le curve mettono in evidenza quanto sopra annunciato che la sorgente apparente si muove in direzione dell'osservatore.

Per mettere in conto l'effetto delle differenze di percorso occorre fissare la scala dello schizzo di fig. 7, in modo da poter associare uno sfasamento definito con una data posizione dell'ascoltatore ad una particolare frequenza. A questo scopo poniamo $d = 3$ metri per rappresentare una distanza tipica in ambiente domestico. Si scelga una posizione dell'ascoltatore per la quale è $r = 0,5$; la fig. 9 riporta la posizione apparente Y_a in funzione della frequenza, per vari valori dell'angolo vero Θ_t assunto come parametro della famiglia di curve. Si vede quindi che all'aumentare della frequenza a partire da zero, le deviazioni dalle curve di fig. 8 sono inizialmente piccole, ma poi aumentano rapidamente sopra 100 Hz, raggiungendo un massimo nella regione di 200 Hz, oltre i quali la funzione si approssima al suo valore iniziale, quindi raggiunge un secondo massimo a circa 600 Hz per poi ritornare al suo valore iniziale.

I calcoli non sono stati fatti per frequenze oltre le quali la teoria sopra riportata è valida.

per gli angoli vicini al centro, quando S e D hanno all'incirca la stessa ampiezza. (Le posizioni esterne, $\Theta_t = \pm 45°$, non sono influenzate, perchè lavora un solo altoparlante).

5 — Equipaggiamento per la registrazione.

5. 1 — Combinazioni di microfoni.

5. 1. 1 — Microfoni a pressione.

Come si è detto al paragrafo 4. 3. 3, i primi esperimenti furono eseguiti con microfoni a pressione. Questi hanno diagrammi polari essenzialmente sferici, almeno alle basse frequenze. Si era risolto il problema di generare le differenze di ampiezza, disponendoli a piccola ma definita distanza, sommando e sottraendo le loro uscite, ed integrando il vettore differenza, prima di ricombinarle per pilotare gli altoparlanti.

Il paramento di maggior importanza in tal caso è la spaziatura adottata. Se questa supera un quarto di lunghezza d'onda circa della massima frequenza di lavoro, le uscite risultanti agli altoparlanti divengono di opposta polarità ed il sistema cessa di funzionare. A questo fine è desiderabile adottare una piccola spaziatura. Inol-

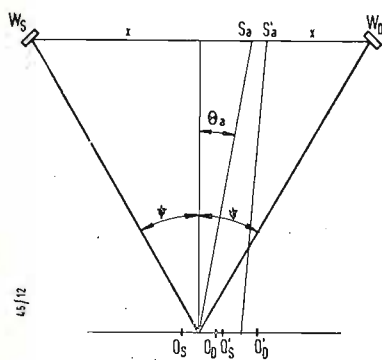
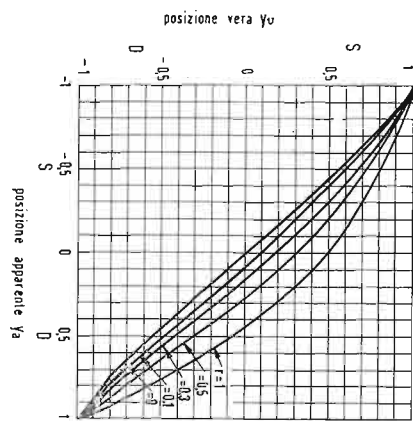
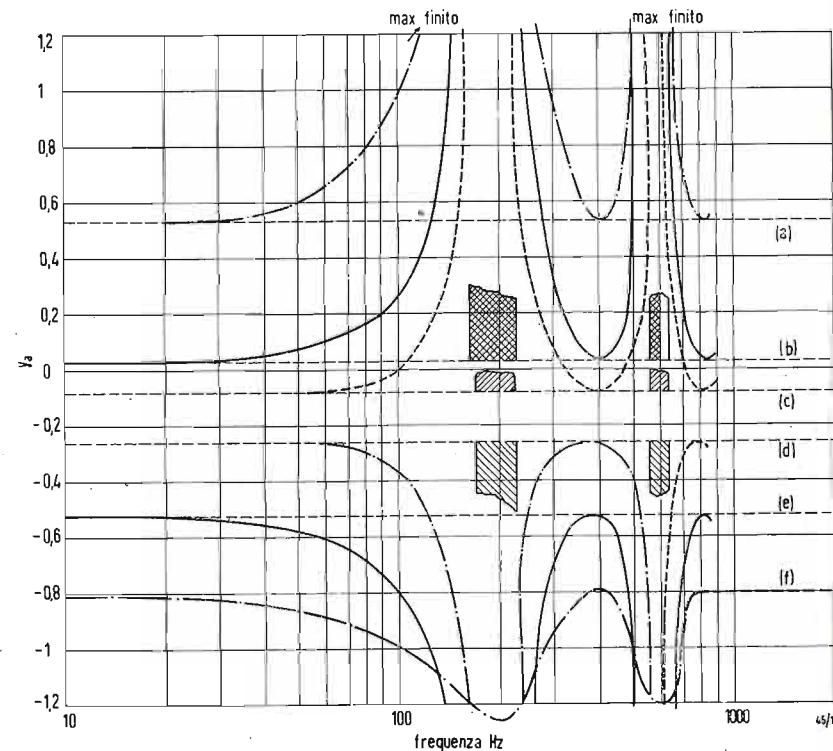



Fig. 9

Posizione apparente in funzione della frequenza per posizione asimmetrica di ascolto. - a) $\Theta_t = 36°,9$; b) $\Theta_t = 18°,4$; c) $\Theta_t = 11°,3$; d) $\Theta_t = 0$; e) $\Theta_t = -18°,4$; f) $\Theta_t = -36°,9$.

La funzione può raggiungere un massimo finito, che in ogni caso sta al di fuori della linea base degli altoparlanti, oppure può divenire immaginario.

In questo caso lo sfasamento alle orecchie è così grande, che non può essere interpretato in termini di un angolo reale di arrivo. Tale regioni sono quelle per le quali la differenza di cammino si approssima ad un multiplo dispari di mezze lunghezze d'onda, ed il suono proveniente dai due altoparlanti arriva alle due orecchie essenzialmente fuori fase.

Fortunatamente a queste frequenze critiche l'ampiezza risultante diviene piccola, permettendo di predominare al suono rimanente, che ha piccoli errori di fase. L'importanza della scala risulta ovvia osservando le curve; dimezzando tutte le dimensioni, si permetterebbe al sistema di lavorare a frequenza doppia, prima che si raggiungano le regioni anomale.

L'effetto della posizione di ascolto scentrata è peggiore tre, se la distanza è troppo piccola, il vettore differenza diminuirà finchè diverrà confrontabile con le normali differenze nei microfoni. L'amplificazione nel canale differenza deve essere aumentata per compensazione, allo scopo di avere una caratteristica inversamente proporzionale alla frequenza, come già ricordato sopra.

Il disturbo elettrico di bassa frequenza introdotto dagli amplificatori diviene ora il fattore che limita la riduzione della distanza fra i microfoni. Una maniera di uscire da questa difficoltà era quella di usare più di due microfoni per coprire la richiesta gamma di frequenze, ma, come è facile da immaginare, questo sistema era scomodo in pratica e complicato teoricamente.

Successivamente i microfoni a pressione vennero abbandonati, dopo che fece la sua comparsa un sistema di microfoni composti, che impiegava due coppie di elementi a cristallo, una coppia veniva spaziata di 8 cm e lavorava fino a 1000 Hz, l'altra coppia veniva spaziata di 1 cm e lavorava da 1000 Hz in su. *(continua)*

LA NUOVA SERIE DI AMPLIFICATORI SIEMENS DI ALTA QUALITÀ

ELA 660 - ELA 661 - ELA 662 - ELA 663

Dott. Ing. G. SINIGAGLIA e A. MOIOLI

I — Introduzione.

Il concetto di amplificatore « ad alta fedeltà », per quanto ormai diffuso ed affermato tra una larga schiera di tecnici e di appassionati, non è un concetto ben preciso e delimitato. Scorrendo molte riviste tecniche, e ancor più le pagine pubblicitarie delle stesse, si finisce per convincersi che tutti gli amplificatori a bassa frequenza possono essere chiamati « ad alta fedeltà ». Nessuna legge, infatti, proibisce di chiamare « ad alta fedeltà » la B.F. del ricevitorino senza trasformatore o qualche valigetta giradischi con 1 watt di uscita e distorsione del 5% o più!

Vi è però una certa norma morale che impedisce a noi (che ci reputiamo forse a torto delle persone serie) di definire « ad alta fedeltà » gli amplificatori che ora presentiamo.

Per gli scopi a cui saranno prevalentemente destinati, gli amplificatori della serie ELA 660 non richiederebbero le caratteristiche che distinguono la vera « Hi-Fi. » I nostri amplificatori, specialmente i due di maggiore potenza, sono stati studiati per impieghi di diffusione sonora della categoria « public address », più che per la riproduzione musicale ad alta fedeltà. Tuttavia lo studio accurato che è stato condotto allo scopo di ottenere degli amplificatori versatili, sicuri e di alta qualità, ci ha permesso di ottenere caratteristiche che non temono il confronto con la maggior parte degli amplificatori che vengono presentati e venduti come « Hi-Fi ». Con l'impiego di semplici accorgimenti circuitali e costruttivi, e senza ricorrere per i trasformatori a materiali rari o costosi quali le leghe ferro-nichel o ferro-silicio a granuli orientati, abbiamo ottenuto valori di distorsione e di rumore di fondo sufficientemente bassi, e larghezza di banda abbastanza grande, perchè la riproduzione della musica con questi amplificatori si distacchi nettamente dalla normale riproduzione ottenibile con apparecchi radio o con comuni amplificatori. Non vogliamo chiamarla « alta fedeltà », ma peccheremmo per eccesso di modestia se non la considerassimo una riproduzione di elevata qualità. Oltre alla qualità abbiamo cercato di ottenere, e riteniamo di esserci riusciti, la massima versatilità e comodità di impiego e di installazione, e una assoluta sicurezza di funzionamento, al riparo da ogni rischio di instabilità anche nelle condizioni più severe. Tutto ciò esporremo ora dettagliatamente, insieme coi criteri seguiti e coi metodi impiegati per giungere al risultato desiderato.

II — Gli amplificatori della serie ELA 660.

La serie che ora presentiamo comprende:

1) L'amplificatore ELA 660, da 30 watt utili nominali.
2) L'amplificatore ELA 662, da 60 watt utili nominali.
3) Il preamplificatore ELA 661, adatto per entrambi gli amplificatori.
4) L'amplificatore ELA 663, da 12 watt nominali, con preamplificatore incorporato.

La potenza nominale non è la massima ottenibile, ma è la potenza che si ottiene con bassa distorsione alle frequenze estreme della banda utile. La potenza massima utile alle frequenze centrali è notevolmente superiore.

Il preamplificatore ELA 661 è stato studiato secondo una concezione che riteniamo originale: infatti esso può essere inserito nei relativi amplificatori ELA 660 oppure ELA 662 in modo da far corpo unico con essi. Può anche essere sistemato a notevole distanza senza alcun inconveniente, poichè il segnale è trasferito a bassa impedenza. L'inserzione e la disinserzione sono immediate, in quanto l'unico collegamento elettrico tra amplificatore e preamplificatore è ottenuto mediante una spina a otto poli che si innesta automaticamente quando il preamplificatore viene fatto scorrere nelle apposite guide predisposte sugli amplificatori. Un semplice dispositivo azionato da un potenziometro con interruttore permette di passare rapidamente dal funzionamento con preamplificatore al funzionamento dell'amplificatore da solo. Lo stesso dispositivo, che nel seguito verrà descritto con più particolari, permette di porre in parallelo un numero indefinito di amplificatori, tutti eccitati da un solo preamplificatore. In tal modo gli amplificatori si prestano a tre impieghi fondamentali:

1) Amplificatore da tavolo con preamplificatore incorporato, con 4 ingressi di cui due miscelabili e con regolazione del volume e dei toni alti e bassi.
2) Amplificatore da tavolo con possibilità di scelta tra due ingressi, di cui uno a sensibilità fissa di 1 volt ed uno a sensibilità regolabile sino a 150 mV.
3) Centralino composto da un qualsiasi numero di amplificatori eccitati da un solo preamplificatore dotato degli ingressi e dei comandi di cui al 1° caso. La regolazione della potenza dei singoli amplificatori può essere indipendente, oppure tutti possono essere regolati per la stessa potenza mediante il dispositivo a cui abbiamo accennato.

Nel caso dell'impianto centralizzato, può essere effettuato il comando a distanza degli amplificatori mediante una serie di relè che possono agire sia sulla rete di alimentazione sia sulla tensione anodica dei singoli amplificatori.

L'amplificatore ELA 663 è invece previsto solo per l'uso come amplificatore da tavolo. Il preamplificatore, col comando di volume e la regolazione separata dei toni alti e bassi, è incorporato e non asportabile. Gli ingressi sono tre, commutabili ma non miscelabili. Sono distinti con le indicazioni « Micro », « Fono », « Radio ». e hanno sensibilità e risposta adeguata agli usi specificati.

III — Criteri generali seguiti e metodi impiegati.

1 - *Tensione costante, controreazione.*

Il progetto degli amplificatori ELA è stato impostato sul seguente concetto fondamentale: La tensione di uscita, con un segnale di ingresso specificato, deve rimanere costante, almeno entro 3 dB, al variare del carico da zero sino al massimo ammesso. Effettivamente la variazione della tensione di uscita da vuoto a pieno carico, che chiameremo brevemente « regolazione », è risultata per i nostri amplificatori notevolmente inferiore a 3 dB. Solo per l'ELA 662 raggiunge tale valore a 10.000 Hz: il valore medio si aggira sui 2 dB. Ciò

equivale a dire che la tensione di uscita, nel caso che il carico venga completamente a mancare, sale di circa il 20%. Questa caratteristica degli amplificatori determina una eccezionale flessibilità d'impiego, specialmente quando essi alimentano diversi altoparlanti. Infatti è possibile escluderne dal funzionamento uno o più senza che il livello sonoro prodotto dagli altri vari in modo sensibile. Per di più non vi è alcun pericolo di sovraccarico degli altoparlanti rimasti inseriti sulla linea, nè vi è alcun rischio di danneggiare l'amplificatore anche nel caso estremo che tutti gli altoparlanti vengano esclusi. Inoltre sono eliminati i problemi di adattamento di impedenza, e perciò non sono richieste sul trasformatore di uscita le prese a diversa impedenza che ne abbasserebbero notevolmente il rendimento e la qualità.

Il valore nominale della tensione di uscita è stato fissato a 100 volt efficaci. Tale valore corrisponde ad impedenze di uscita di circa 200 ohm, 400 ohm e 800 ohm, rispettivamente per gli amplificatori ELA 662, 660 e 663. Naturalmente gli altoparlanti, o i gruppi di altoparlanti, dovranno essere dotati di adatti traslatori riduttori di tensione. Poichè la tensione di linea è uguale per i tre amplificatori della serie, gli stessi tipi di traslatori potranno essere usati con qualsiasi amplificatore. Inoltre le uscite di più amplificatori, anche di diversa potenza, potranno in caso di necessità essere messe in parallelo per alimentare una unica linea di distribuzione della potenza modulata.

Tutti sanno che gli amplificatori di potenza hanno la tendenza a fornire tensioni elevate, e spesso pericolose, quando sono fatti funzionare senza carico. In che modo è stato possibile contenere la « regolazione » entro limiti così ristretti? L'accorgimento usato non ha niente di eccezionale e si chiama: controreazione. Si comprenderà ora perchè abbiamo detto che le ottime caratteristiche, che rendono i nostri amplificatori paragonabili agli « Hi-Fi », sono state ottenute in conseguenza di esigenze di stabilità e di comodità di impiego che per noi avevano la preminenza.

Come è noto la controreazione ha la proprietà di ridurre l'ampiezza di tutte le variazioni di uscita dovute alle diverse condizioni di funzionamento dell'amplificatore nello stesso rapporto in cui è stata ridotta l'amplificazione rispetto a quella dell'amplificatore privo di reazione. Nei nostri amplificatori la reazione negativa riduce l'amplificazione di circa dieci volte: perciò anche le variazioni di tensione vengono ridotte nello stesso rapporto e quindi contenute entro limiti assai ristretti. Per di più nello stesso rapporto vengono ridotte le distorsioni di ampiezza e di frequenza; ne risultano bassi valori della distorsione armonica e una linearità della curva di risposta più che sufficiente per qualsiasi applicazione.

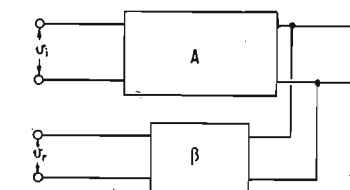
Accanto ai molti vantaggi che arreca, la controreazione presenta anche alcuni inconvenienti, primo fra tutti il pericolo di instabilità. Per metterci completamente al riparo da questo rischio senza dover rinunciare ai vantaggi di una energica reazione negativa, abbiamo condotto uno studio accurato del problema della stabilità, secondo i criteri e i metodi esposti nel seguente paragrafo.

2 - *Stabilità, criterio di Nyquist, misure di fase.*

Il problema della stabilità è stato impostato secondo due metodi complementari, uno teorico ed uno pratico, che servono di controllo reciproco.

Il metodo teorico si basa sul noto criterio di Nyquist, che si può enunciare nel modo seguente. Se chiamiamo A l'amplificazione di tensione in assenza di reazione e β l'attenuazione della rete di reazione, e se riportiamo in un diagramma polare il valore del prodotto βA, rappresentando con l'anomalia (angolo φ) lo sfasamento complessivo tra la tensione di ingresso e la tensione all'uscita della rete di reazione, *l'amplificatore è stabile se il luogo dei punti βA non racchiude il punto K, di coordinate* 1.0. Nelle figure 1 e 2 sono rappresentati rispettivamente lo schema di principio dell'amplificatore e due esempi di diagramma polare (diagramma di Nyquist).

Il criterio di Nyquist ha il pregio di riassumere in pochissime parole tutto quel che si può dire sulla stabilità di un amplificatore a reazione, ma proprio per la sua estrema concisione può sembrare incomprensibile a prima vista. Sarà perciò opportuno qualche chiarimento per coloro che non avessero ancora molta dimestichezza con l'argomento

Fig. 1 Schema a blocchi di amplificatore controreazionato.

Vedremo perciò, pezzo per pezzo, i vari elementi che costituiscono il criterio di stabilità. Il primo elemento è l'amplificazione A: su questo non c'è molto da dire, solo da ricordare che va intesa con A l'amplificazione **in assenza** di reazione. Ha importanza anche il segno di A: il segno dipende dal numero di stadi amplificatori e dal loro tipo. Si ricorda che alle frequenze centrali della gamma utile gli amplificatori a RC con catodo a massa sfasano di 180°, gli amplificatori con griglia a massa o con anodo a massa (cathode-followers) non sfasano gli amplificatori a trasformatore sfasano di 0° o di 180° a seconda del senso degli avvolgimenti. A questi sfasamenti si aggiungono, o si sottraggono, altri sfasamenti dovuti a parametri parassiti (capacità e induttanze), che assumono particolare importanza alle frequenze alte o basse Ovviamente ad uno sfasamento di 180° corrisponde una inversione del segno di A.

Il simbolo β (Beta) rappresenta l'attenuazione della rete di reazione, cioè il rapporto tra la tensione di reazione v_r e la tensione di uscita v_u. β A è da alcuni chiamato *fattore di reazione* (altri autori chiamano con tale nome la quantità 1—βA). Il valore di βA in un amplificatore reale è sempre variabile con la frequenza: con la frequenza varia pure lo sfasamento che chiamiamo φ (fi), dovuto ai parametri parassiti di cui si è già detto. Il tracciamento del diagramma di Nyquist consiste proprio nello stabilire una relazione grafica in coordinate polari tra le variazioni di βA e di φ al variare della frequenza. La frequenza non compare nel diagramma, almeno come elemento essenziale, ma ad essa sono legati i diversi valori di βA e di φ. Il punto K, di coordinate βA=1 e φ=0, rappresenta il punto critico la cui presenza all'interno del diagramma determina l'instabilità dell'amplificatore e l'innesco di oscillazioni persistenti. Infatti l'amplificazione di un amplificatore a reazione, che chiameremo A' per distinguerla da A, cioè dall'amplificazione dello stesso in assenza di reazione, è data dalla:

$$A' = \frac{A}{1 - \beta A}$$

Amplificatore da 30 o da 60 W completo di preamplificatore.

Se βA è uguale a 1, A' diviene infinita, vale a dire si può avere una certa tensione di uscita anche in assenza di eccitazione, e l'amplificatore si trasforma in un oscillatore. La reazione che noi applichiamo è negativa cioè la tensione di reazione è a 180° con la tensione di eccitazione, e quindi βA ha segno negativo alle frequenze centrali della gamma utile. Quando però ci allontaniamo dalla frequenza a cui φ è esattamente uguale a 180° (di solito intorno a 400 Hz), la reazione passa gradualmente da negativa a positiva, e diventa effettivamente tale per sfasamenti alquanto minori di 90°. Quando lo sfasamento raggiunge zero gradi, oppure 360°, se βA non è contemporaneamente sceso al di sotto di 1, si ha instabilità. Per avere un sufficiente margine di sicurezza si richiede $\beta A < 0,3 \div 0,5$.

Se tutti gli accoppiamenti fossero a resistenza e capacità, sarebbe possibile prevedere con una certa precisione il diagramma di Nyquist dell'amplificatore. Ma la maglia (loop) di reazione comprende il trasformatore di uscita, che presenta induttanze e capacità parassite difficilmente prevedibili. Il diagramma dovrà perciò venire tracciato sperimentalmente. La misura di βA alle diverse frequenze non presenta particolari difficoltà. Per fare ciò si distacca prima di tutto la reazione dall'ingresso dell'amplificatore, poi si invia all'ingresso un segnale di ampiezza costante e di frequenza variabile da 1 a 100.000 Hz. Si rileva all'uscita della rete di reazione, collegata ad un carico fittizio il più possibile uguale a quello effettivo nel funzionamento normale, la risposta in tensione alle varie frequenze. Un buon voltmetro a valvola, o meglio un millivoltmetro per corrente alternata, serve ottimamente allo scopo. La misura di βA è stata da noi effettuata con un procedimento che, pur implicando alcune approssimazioni, si è rivelato sufficientemente preciso. Abbiamo cioè distaccato la resistenza di reazione dal catodo del triodo pilota e l'abbiamo caricata con una resistenza da 1500 ohm. Le approssimazioni consistono nell'aver trascurato l'impedenza interna del triodo, che in realtà la rete di reazione « vede » in parallelo alla resistenza catodica, e nell'aver supposto che la tensione applicata al catodo equivalga ad una tensione applicata alla griglia. Naturalmente si è tenuto conto del fatto che la tensione inviata al catodo (reazione) non viene invertita dal triodo, mentre quella applicata alla griglia (segnale) lo è. In tal modo la reazione « sembra » positiva, mentre in realtà è negativa, quando v_i e v_r sono in fase.

La misura di φ è un po' più difficile se non si dispone degli strumenti adatti. Oltre al solito oscillatore da 1 a 100.000 Hz, si può usare un oscilloscopio, misurando lo sfasamento col noto metodo delle figure di Lissajous. Se però l'oscilloscopio non è di tipo adatto la misura è falsata dagli sfasamenti interni dell'oscilloscopio. In tal caso non resta che eseguire le misure due volte, scambiando gli ingressi X e Y, e fare la media delle letture. In questo modo però l'operazione diviene lunghissima e può richiedere alcune ore. Fortunatamente disponiamo in laboratorio di un fasometro a lettura diretta, che ha risolto di colpo il problema delle misure di fase. Col fasometro il tracciamento di un diagramma di Nyquist richiede appena una mezz'ora: questo ci ha permesso di seguire passo passo tutte le modifiche apportate al circuito e di studiarne l'influenza sulla stabilità dell'amplificatore.

Abbiamo detto che, oltre al criterio teorico, si è seguito per controllo un metodo pratico. Questo metodo consiste nel far funzionare l'amplificatore a vuoto, con l'uscita connessa ad un oscilloscopio, e nell'osservare se nelle condizioni più severe si manifesta qualche tendenza all'innesco. Abbiamo constatato che una tendenza, anche minima, alla instabilità provoca oscillazioni a frequenza ultra-acustica quando all'ingresso viene applicato un segnale a frequenza infra-acustica. Tale fenomeno è strettamente legato al margine di stabilità misurabile col criterio di Nyquist, e avviene solamente se il diagramma, dal lato delle frequenze alte, taglia l'asse $\varphi = 0$ in un punto in cui $\beta A > 0,4$. In altre parole è necessario per l'assoluta stabilità che anche il punto di coordinate 0,4, 0 sia fuori dal diagramma di Nyquist. Ciò era stato previsto per via teorica e costituisce una conferma dell'attendibilità dei risultati ottenuti.

3 - *Trasformatori di uscita, reattanza di dispersione.*

Si è accennato alla principale causa degli sfasamenti che avvengono in un amplificatore: le induttanze del trasformatore di uscita. La induttanza primaria provoca sfasamenti alle frequenze basse, la induttanza di dispersione alle frequenze alte. Non è qui possibile ri-

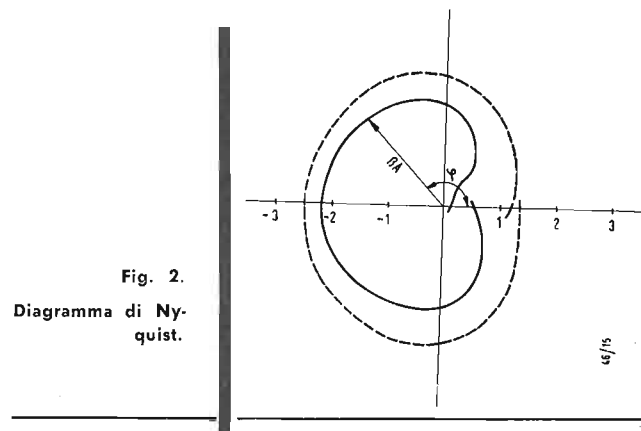



Fig. 2.

Diagramma di Nyquist.

chiamare la teoria dei trasformatori per bassa frequenza, che ci porterebbe troppo lontano. Ci basterà ricordare che il trasformatore di uscita è tanto migliore quanto più alto è il rapporto tra l'induttanza primaria e l'induttanza di dispersione. Purtroppo le due induttanze tendono a variare proporzionalmente tra loro, se non si adottano particolari accorgimenti.

Un primo metodo semplice ma costoso per ottenere un alto rapporto Lp/Ld consiste nell'uso di lamierini in leghe speciali. Noi abbiamo voluto escludere questa soluzione, riservandola alla futura eventuale realizzazione di amplificatori ad altissima fedeltà, che potrebbero essere ottenuti con lievi modifiche degli ELA 660 e 663.

Il secondo metodo, ed è quello che noi abbiamo impiegato, consiste nella suddivisione degli avvolgimenti primario, secondario (di uscita) e terziario (di reazione) in sezioni intercalate tra loro. Si ottiene così un maggiore accoppiamento e perciò una riduzione del flusso disperso che dà luogo alla induttanza di dispersione. E' così possibile ottenere un rapporto tra l'induttanza primaria e l'induttanza di dispersione abbastanza alto per avere una larga banda passante anche in assenza di reazione. Ma, quel che più conta, la bassa induttanza di dispersione rende piccoli gli sfasamenti e permette di applicare un forte grado di reazione negativa senza provocare instabilità. La reazione complessiva viene poi aumentata mediante l'introduzione di circuiti di reazione locali, quali i circuiti catodici non fugati del triodo pilota e del triodo invertitore e, nel solo ELA 660, i circuiti delle griglie schermo, collegate a prese del trasformatore di uscita (circuito detto « ultralineare »).

L'applicazione di una forte reazione è stata anche resa possibile mediante l'introduzione di un circuito di correzione a resistenza e capacità sull'anodo del triodo pilota. Questo circuito modifica la curva di risposta dell'amplificatore introducendovi un « gradino » nel campo delle frequenze ultra-acustiche, aumentando così il margine di stabilità senza alterare sensibilmente la risposta alle frequenze acustiche.

4 - *Banda passante, distorsione, rumore di fondo.*

Si è visto come, basando il progetto sulle esigenze di stabilità e di costanza della tensione di uscita, si è giunti alla realizzazione di un amplificatore con energica reazione negativa e con risposta assai estesa alle alte e basse frequenze. La risposta è anzi risultata più estesa, specialmente verso le alte frequenze, di quanto fosse necessario per gli scopi principali dei nostri amplificatori. Il tracciamento delle curve di risposta con la macchina automatica ci ha più volte lasciati perplessi,

in quanto la punta scrivente non si staccava dalla riga dello 0 db sino alla frequenza massima di 20 kHz. Ne abbiamo concluso che il tanto dibattuto e decantato problema della risposta alle frequenze alte non è un problema, o almeno è un problema che si risolve da solo in un amplificatore a reazione negativa ben progettato.

Un discorso un po' diverso va fatto per quel che riguarda la distorsione (1). E' vero che la controreazione è un potente mezzo per ridurre la distorsione: in teoria la distorsione si riduce nello stesso rapporto $\frac{1}{1-\beta A}$ in cui si riduce l'amplificazione. In pratica le cose vanno meno bene. Prima di tutto, quando una parte dell'amplificatore si satura, la forte distorsione che ne consegue non diminuisce nel rapporto citato, perchè quando l'amplificatore è saturato l'amplificazione non vale più A. Per di più, anche prima di giungere alla saturazione, si può spesso constatare che la reazione riduce la distorsione in un rapporto diverso da $\frac{1}{1-\beta A}$.

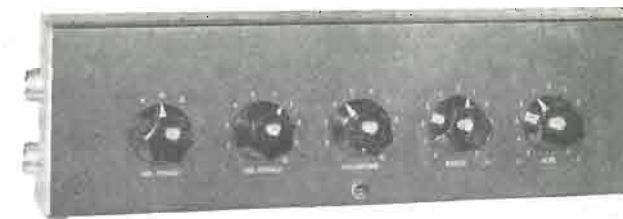
In alcuni casi estremi abbiamo addirittura constatato un aumento della distorsione causato dalla reazione negativa. Ciò avviene specialmente quando si usano reti di controreazione selettive. In mancanza di altre spiegazioni, abbiamo dovuto ammettere che questo fenomeno fosse dovuto a distorsioni di fase introdotte dalla rete di reazione. Si noti a questo proposito che nella esposizione elementare precedente abbiamo considerato β come un semplice rapporto scalare tra due tensioni, ma ciò non è esatto, ed è stata fatta questa approssimazione solo per non appesantire troppo la trattazione.

Si deve concludere da questa constatazione che per ottenere un buon amplificatore a reazione negativa, si deve partire da un amplificatore già abbastanza buono, senza sperare miracoli dalla controreazione.

Per ridurre la distorsione dello stadio di potenza, abbiamo studiato l'importanza del bilanciamento delle valvole finali in controfase. Abbiamo constatato che il bilanciamento statico non ha una influenza determinante sulla distorsione; non abbiamo perciò ritenuto necessario l'uso di valvole selezionate in coppia. Ha invece molta importanza il bilanciamento dinamico: uno sbilanciamento del 10% delle tensioni di eccitazione sulle griglie delle finali può provocare un sensibile aumento della distorsione. Il circuito invertitore elettronico di fase da noi impiegato ha il pregio di fornire tensioni bilanciate indipendentemente dalle caratteristiche dei triodi usati, ed è quindi molto stabile nel tempo. E' però necessario che i valori delle resistenze che formano il partitore sulla griglia del triodo invertitore siano ocstanti nel tempo e contenuti entro strette tolleranze. Si è fatto perciò uso di resistenze ad alta stabilità, precise all'1%. La leggera differenza di valore tra le due resistenze è essenziale per assicurare l'esatto bilanciamento.

I valori della distorsione alle varie frequenze e alle varie potenze verranno indicati nei paragrafi seguenti, nella descrizione dei singoli amplificatori. Anticipiamo ora che la distorsione armonica è di alcuni decimi per cento a basso livello, mentre a piena potenza resta sotto all'uno per cento alle frequenze centrali ed è di poche unità per cento alle frequenze estreme.

Nei nostri amplificatori è stata curata particolarmente la riduzione del rumore di fondo. Sono state esaminate le varie sorgenti di rumore e studiati i migliori accorgimenti per minimizzarne l'influenza. Il rumore di fondo si può dividere in due componenti: fruscio e ronzio.

Le principali sorgenti di fruscio sono le valvole e le resistenze dei primi stadi. Il fruscio è stato ridotto al minimo con l'uso di triodi in tutti gli stadi amplificatori di tensione e con l'impiego di resistenze a strato ad alta stabilità e bassa rumorosità.

Amplificatore da 12 W ELA 663

Preamplificatore ELA 661

Le principali sorgenti di ronzio sono le seguenti:

1) Cattivo isolamento filamento-catodo delle valvole.
2) Insufficiente livellamento delle tensioni anodiche.
3) Correnti nel telaio e nei collegamenti indotte dal campo magnetico disperso del trasformatore di alimentazione e dai conduttori percorsi da corrente alternata.

Il problema dell'isolamento filamento-catodo è stato risolto radicalmente alimentando i filamenti di tutti gli stadi a basso livello con corrente raddrizzata e filtrata. Gli stadi a medio livello e finali sono alimentati in corrente alternata bilanciata verso massa.

Il livellamento delle tensioni anodiche è stato ottenuto con l'impiego di numerose cellule di filtro dotate di condensatori di forte capacità e di ottima qualità.

Particolare cura è stata impiegata nella eliminazione delle correnti indotte. Gli accorgimenti principali usati sono i seguenti:

A) Bassa induzione nel nucleo del trasformatore di alimentazione.
B) Nucleo isolato magneticamente dal telaio.
C) Accurata schermatura dei conduttori negli stadi ad alta sensibilità, e impiego di schermi di ferro e in alcuni casi di rame.
D) Opportuna scelta dei punti di collegamento al telaio dei vari circuiti.

(1) Tanto per non equivocare, precisiamo che intendiamo qui parlare di quel tipo di distorsione che viene chiamato nella letteratura tecnica cor ben quattro nomi: distorsione di ampiezza, distorsione armonica, distorsione di non linearità, distorsione non lineare. Sono quattro sinonimi, leciti i primi due, un po' meno, ci sembra, i secondi, in quanto non vediamo come una *distorsione* potrebbe essere *lineare!*

E) Attorcigliamento o schermatura di tutte le coppie di fili percorsi da corrente alternata (di rete o di filamento).

I risultati ottenuti sono stati più che soddisfacenti, specialmente se si considera che i preamplificatori sono incorporati negli amplificatori. Si sono ottenuti in ogni caso rapporti tra segnale e rumore superiori a 70 db, riferiti alla potenza nominale e con i comandi di tono in posizione lineare. Gli amplificatori ELA 660 e ELA 662 hanno, senza preamplificatore, rapporti migliori di 80 db.

5 - *Scelta delle valvole, dei raddrizzatori e di altri componenti.*

Sono stati usati solo tre tipi diversi di valvole, tutti appartenenti alla nota serie europea di valvole per amplificatori Hi-Fi. Negli stadi a basso e medio livello sono state usate esclusivamente le ECC83. L'uso di valvole uguali permette di semplificare il problema delle eventuali sostituzioni: inoltre l'uso dei triodi assicura bassa rumorosità e bassa distorsione. Le valvole finali sono pentodi, EL84 nell'ELA 663, EL34 nell'ELA 660 e nell'ELA 662.

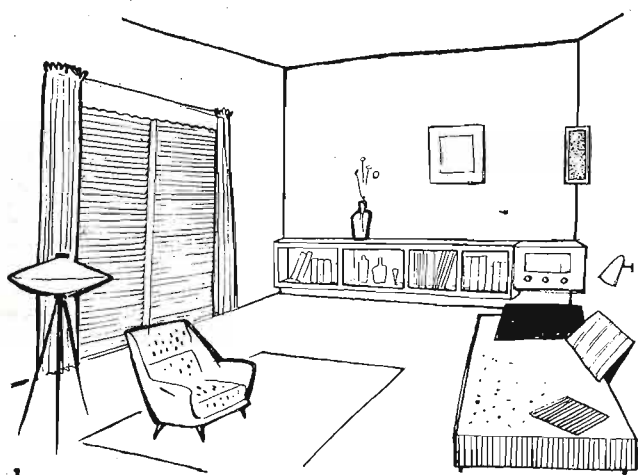
Notevoli vantaggi sono stati ottenuti con l'impiego di raddrizzatori al selenio Siemens &Halske. Le principali doti di tali raddrizzatori sono: piccolo ingombro, alto rendimento, bassa caduta di tensione, possibilità di usare il circuito a ponte. Queste caratteristiche permettono di conseguire una sensibile economia nella realizzazione del trasformatore di alimentazione, e di ottenere una buona stabilità delle tensioni di alimentazione al variare del carico.

Come si è già accennato, abbiamo fatto largo uso di resistenze a strato ad alta stabilità, le quali permettono di ottenere basso fruscio, elevata precisione dei valori, e costanza nel tempo degli stessi. Nei punti più critici di alcuni circuiti sono state usate resistenze a filo. Solo nei circuiti meno delicati, di alimentazione, disaccoppiamento, ecc., sono state usate resistenze a impasto o normali resistenze a strato.

I condensatori di filtro sono tutti elettrolitici, salvo che nell'ELA 663 in cui il condensatore di filtro della tensione anodica delle finali, sottoposto a tensione superiore a 500 volt, è a carta metallizzata. Per l'accoppiamento fra gli stadi sono stati usati di regola condensatori a carta del tipo a fiala Siemens, salvo che in alcuni punti, nei quali per ragioni di ingombro si è dovuto far ricorso a condensatori a carta metallizzata.

(continua) ■

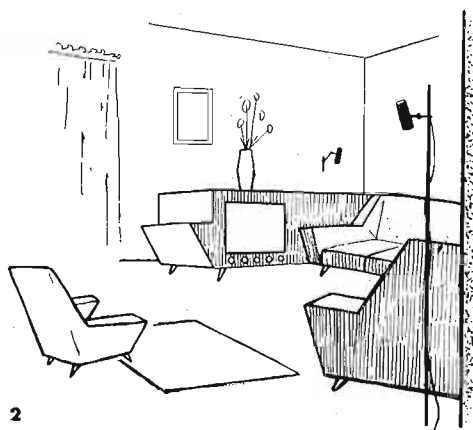
quesiti di estetica e Hi-Fi

1

FRANCESCO C. - Milano - Io sono un giovane studente e nella mia cameretta vorrei sistemare in una parete un mobile non eccessivamente grande, che possa contenere libri, radio, dischi e giradischi ad alta fedeltà, quindi con diversi altoparlanti, e nel contempo comodo per quando sono a letto.

Crediamo di interpretare così i suoi desideri: un mobile di legno molto chiaro, che occupa tutta la parete. (Disegno n. 1).
La parte sinistra potrà funzionare da bar, e la radio col giradischi annesso (e la libreria vicino) proprio a portata di mano. Un unico quadro adornerà la parete, completamente a sinistra poichè gli farà da contrappeso il mobile triangolare degli altoparlanti dell'alta fedeltà.
Appoggerà al centro del mobile vasetti di colore molto vivace, in armonia con le antine scorrevoli che le consigliamo di un blu elettrico, ad esempio. Lo schermo acustco degli altoparlanti può essere costruito in legno molto chiaro come il mobile e la rete di copertura dello stesso colore delle portine scorrevoli.

C.V. - Milano - Sono un appassionato di alta fedeltà e quindi posseggo un radiogrammofono piuttosto voluminoso, ma nello stesso locale vorrei un divano il più lungo possibile e proprio non so come conciliare le due cose. Per spiegarvi meglio la situazione, allego la pianta del locale.

Esaminando la disposizione del locale e il mobilio in esso già esistente, pensiamo che la soluzione razionale ed elegante sia quella che presentiamo col disegno n. 2 ossia un divano a due angoli con incorporata la sua voluminosa radio.

2

G. NICOLAO

UN SEMPLICE AMPLIFICATORE PER ALTA FEDELTÀ

Realizzazione di un amplificatore di potenza d'alta qualità con l'impiego, nello stadio finale, di una sola valvola doppio triodo.

Molti sono gli appassionati cultori di musica riprodotta e gli amatori, che intendono addentrarsi nel calcolo e nella realizzazione di un amplificatore di alta fedeltà ma che non hanno il coraggio di mettersi alla costruzione di una apparecchiatura eccessivamente impegnativa quale — per diffusione comune — sembra essere quella appunto definita ad Alta Fedeltà. Sappiamo infatti che Alta Fedeltà significa il riprodurre la musica incisa su dischi o registrata su nastro, con una linearità molto marcata e cioè in modo da poter rendere la riproduzione stessa quanto più vicina possibile alla realtà. Le descrizioni apparse su numerose riviste prendevano quasi sempre in considerazione due diverse soluzioni, anche se non illustrate erano implicite nella trattazione.

Le due soluzioni comprendevano l'amplificatore ben noto e chiamato comunemente dal nome del suo inventore, « Williamson » oppure l'amplificatore ultralineare, che costituiscono i capisaldi della realizzazione degli amplificatori di potenza nel campo dell'alta fedeltà. Altri autori trattavano amplificatori con triodi realizzati sulla falsa riga degli amplificatori tipici ultrelineari e cioè con un forte gradiente contro reazione e facendo funzionare le valvole amplificatrici finali con un rendimento molto basso in modo da mantenere quanto più lineare possibile la condizione del loro funzionamento. Come è noto gli amplificatori Williamson usano generalmente delle valvole finali di una certa potenza quali ad esempio le 807 le 1625 ed hanno dei trasformatori piuttosto costosi che non possono essere molto facilmente realizzati dilettantisticamente e che sono reperibili sul nostro mercato con una certa difficoltà. Soltanto alcuni amplificatori creati con lo stesso principio ma realizzati da case americane specializzate nella preparazione di scatole di montaggio, sono stati realizzati invece con valvole finali di potenza minore.

Il fatto della scelta di valvole di una potenza abbastanza rilevante è dovuto alla necessità di aver una forte dinamica della riproduzione musicale, di poter cioè garantire la sufficiente potenza di picco per il pilotaggio degli altoparlanti nel caso dei pieni orchestrali: senza questo accorgimento si potrebbe incorrere in un sovra-pilotaggio dello stadio finale o in una scorsa fuori della caratteristica calcolata per la minima distorsione e quindi, ottenere una risposta non lineare quando siano presenti segnali forti all'ingresso dell'amplificatore. Per ottenere una riproduzione musicale fedele è necessario mantenere appunto lo stesso rapporto di potenza esistente in origine tra i minimi e i massimi orchestrali senza introdurre una artificiale compressione che — naturalmente — modificherebbe i rapporti esistenti tra le varie espressioni degli strumenti, in modo da non consentire di ricreare esattamente l'ambiente e la musica incisa. Un'altra delle ragioni per le quali in genere vengono adoperate valvole di notevole potenza per la costruzione degli amplificatori di tipo Williamson o Ultralineari o comunque di apparecchi adatti alla riproduzione ad alta fedeltà è che il rendimento delle valvole — dovendo esse funzionare esattamente nel piccolissimo tratto in cui la caratteristica è perfettamente lineare — è molto basso; la valvola quindi deve poter dissipare una potenza notevole per garantire una sufficiente potenza d'uscita senza uscire dalle caratteristiche, questa volta non di linearità ma di dissipazione massima.

Quando però si desideri ottenere una riproduzione musicale mantenendo il livello di dinamica necessario alla creazione di alta fedeltà con una linearità molto buona, si potrà adottare un complesso che sia in grado di erogare una potenza limitata (adatta cioè alla riproduzione in un ambiente di medie dimensioni) allora le valvole finali potranno essere scelte anche con caratteristiche inferiori di dissipazione e di potenza. In questo caso il rapporto di dinamica necessario sarà assicurato egualmente provvedendo a che nel picco orchestrale la valvola non superi la massima potenza senza incorrere nella distorsione, e cioè non varchi il limite di amplificazione perfettamente lineare.

In questo modo i minimi orchestrali avranno un livello inferiore probabilmente a quelli ottenibili con un impianto normale, ma la distanza espressa in decibel tra i minimi e massimi sarà pur sempre eguale. Sfruttando inoltre degli altoparlanti molto sensibili, quali possono essere i moderni altoparlanti muniti di magneti per-

Fig. 1

Schema di Principio di Amplificatore tipo « Willianson » Classico.

Fig. 2

Schema dell'Amplificatore per Alta Fedeltà realizzato con tre valvole.

manenti in alnico quinto, quelli a compressione e quelli magneto dinamici a piccolo cono, si potrà ottenere una riproduzione musicale che raggiunga e superi ampiamente il livello di volume necessario per un ambiente di piccole o medie dimensioni. Questi sono i principi che hanno ispirato il progetto e la realizzazione dell'amplificatore che passeremo a descrivere. Prima però di addentrarsi nella descrizione tecnica vera e propria vogliamo richiamarci di nuovo agli amplificatori Williamson dai quali questo piccolo amplificatore ad alta fedeltà è praticamente estratto.

Gli amplificatori Williams

Gli amplificatori W i l l i a m s o n apparvero in Inghilterra nell'Aprile e Maggio 1947 e questo circuito divenne nei mesi successivi immediatamente molto popolare in Inghilterra e in Australia e fu successivamente adottato dagli amatori americani con il nome più specialistico di amplificatore musicale. L'amplificatore Williamson consiste — nella sua versione originale — in due doppi triodi e in un push-pull di tetrodi a fascio usati a triodo. Il primo doppio triodo ha la funzione di amplificatore di tensione nella sua prima sezione, e deve essere collegato per mezzo di un controllo di livello al circuito preamplificatore, mentre la seconda sezione serve come invertitrice di fase, ed è collegata con il sistema catodo-placca. Una resistenza sul catodo di alto valore e una resistenza sulla placca essa pure di alto valore, esattamente selezionate in modo da essere uguali entro una tolleranza molto piccola, permettono di estrarre due segnali invertiti di fase della stessa ampiezza. Questi segnali vengono applicati attraverso due condensatori di alta capacità (1 µF) alle griglie di una seconda valvola doppia che è inserita per amplificare ancora i due segnali invertiti di fase in modo che essi raggiungano una tensione sufficiente al pilotaggio pieno dello stadio finale. Quest'ultimo stadio infine è composto da due valvole di potenza (in genere come abbiamo già detto tetrodi a fascio collegati però a triodi). Le valvole più usate sono le 6L6 le 807 e 1625 ed altri tipi di valvole speciali particolarmente studiati per l'impiego in questa funzione, ma che derivano tutte dal tipo inizialmente molto diffuso della 6L6. Lo stadio finale ha due circuiti di bilanciamento per portare le due valvole nelle esatte condizioni di funzionamento in opposizione di fase. Questi due circuiti, che si trovano inseriti rispettivamente sul circuito di griglia e sul circuito di placca, comprendono due potenziometri la cui presa centarle va a massa, mentre le due estremità vanno rispettivamente alle resistenze di griglia e alle resistenze di catodo. In alcune edizioni successive, una delle due regolazioni di bilanciamento è stata soppressa ed è rimasto soltanto un potenziometro nel circuito di griglia, per bilanciare — come avevamo detto precedentemente — le valvole, mentre al posto dell'altro circuito i catodi sono collegati assieme e fanno capo alla massa tramite tre resistenze disposte in circuito a ponte in modo da ottenere un effetto autobilanciante. Il circuito descritto è completato da una forte controreazione che comprende tutti gli stadi amplificatori di tensione. Questa controreazione (il cui valore approssimato si avvicina ai 20 decibel nell'edizione originale) è estratta dal secondario del trasformatore d'uscita ed è inviata tramite una resistenza che ne determina l'entità al catodo della prima valvola amplificatrice. Con un amplificatore munito di forte reazione è assai importante lo studio e la realizzazione del trasformatore d'uscita, per impedire che si verifichino nel circuito delle oscillazioni a frequenza ultrasonora o delle oscillazioni parassite, le quali — anche se non udibili — porterebbero naturalmente a un peggioramento della risposta ed a possibili saturazioni in prossimità di alcune frequenze.

La applicazione della controreazione riduce notevolmente la distorsione armonica e da intermodulazione e migliora in modo notevole la linearità di amplificazione del sistema, sia intesa come estensione della banda passante sia come linearità di riproduzione delle frequenze musicali. Quando l'amplificatore descritto venga usato con degli altoparlanti ad alto smorzamento per note basse e ad alta efficienza per le frequenze alte la chiarezza di riproduzione è più che soddisfacente. Lo schema di principio dell'amplificatore classico è illustrato nella fig. 1 in esso è possibile vedere la caratteristica disposizione circuitale delle 4 valvole, e precisamente delle 2-6SL7 e delle due 807. Questo amplificatore è stato realizzato in numerosissime versioni, cambiando leggermente il tipo di valvole, e la disposizione circuitale, da numerosi autori stranieri ed italiani; una delle descrizioni più interessanti apparve già nel 1949 sulla ben nota rivista americana Audio Engineering che lo riportò sotto il titolo di «Musicians Amplifier». Nel circuito che passiamo ora a descrivere e che è stato da noi realizzato e sperimentato a lungo con successo si sono voluti tener presenti alcuni fattori principali e particolarmente importanti quando la realizzazione debba essere effettuata con mezzi dilettantistici o comunque non professionali

Il primo di questi principi è la riduzione al minimo indispensabile del numero delle valvole, fattore che porta ad una diminuzione del costo e contemporaneamente a una eguale diminuzione della complessità del circuito.

Naturalmente la riduzione di numero di valvole non doveva nel nostro intendimento portare a un peggioramento delle caratteristiche generali, per quanto fosse scontata una riduzione di potenza d'uscita rispetto agli amplificatori di tipo Williamson e d'altro tipo realizzati in altre occasioni. In secondo luogo il nostro intendimento era quello di realizzare un amplificatore di piccole dimensioni il cui consumo non fosse eccessivamente elevato. La scelta delle valvole venne fatta in modo diverso per la preamplificatrice invertitrice di fase e l'amplificatrice in controfase di pilotaggio, e per la valvola finale.

Le valvole amplificatrici vennero scelte della serie miniatura e precisamente venne scelta la 12AT7 come amplificatrice ed invertitrice di fase e la 12AU7 come amplificatrice pilota in contro fase. Ambedue queste valvole sono diffusissime perchè montate in serie su gran parte di ricevitori televisivi o su amplificatori ed apparecchi radio; il loro costo non è eccessivo e d'altra parte le loro prestazioni sono ottime. Di queste valvole inoltre si possono trovare esattamente i dati come amplificatrici a resistenze capacità e le curve relative al loro f u n z i o n a m e n t o in modo da realizzare stadi esattamente calcolati per ottenere la minima distorsione e la banda passante necessaria all'amplificazione di tutte le frequenze comprese nel campo sonoro. Per lo stadio finale le soluzioni che potevano essere adottate erano diverse: si potevano scegliere due valvole di potenza della serie miniatura o noval come ad esempio le 6AQ5 o le EL84 oppure le valvole di tipo più moderno, come le finali video che hanno la possibilità di essere impiegate in ottime condizioni anche negli amplificatori di bassa frequenza (per esempio le EL81 e le EL83). Potevano anche essere scelte v a l v o l e delle serie normali, ma di potenza piccola quale per esempio le 6V6, ma la nostra idea era di distaccarsi dalla normalità degli amplificatori di alta fedeltà e di piccola potenza.

L'idea ci venne dall'aver dovuto a lungo studiare gli stadi amplificatori di deflessione verticale dei televisori: In essi vengono impiegati comunemente valvole doppi triodi che hanno le placche in grado di dissipare una potenza notevole, e che contemporaneamente sono di facile reperibilità, non hanno un costo eccessivo ed infine sono fornite dalle case costruttrici corredate di tutti i dati necessari per un accurato progetto di uno stadio finale di potenza. Vogliamo alludere alla 12BH7 per la serie Noval e alle valvole come le 6BL7 e 6BX7 per la serie « GT ». Oltre a queste valvole si potrebbe prendere in considerazione anche la valvola 6SL7, che però non essendo precipuamente adatta per dissipare una notevole potenza sulle placche è stata da noi scartata.

Per poter realizzare uno stadio finale capace di erogare una certa potenza mantenendo una linearità elevatissima e una bassissima distorsione, con le valvole che abbiamo precedentemente descritto, sarà necessario naturalmente adoperare due 12BH7, la cui potenza dissipata per ogni placca (3,5 W) non è sufficiente per ottenere una potenza compatibile con il funzionamento in amplificatore ad alta fedeltà. Invece per il caso delle 6BL7 e 6BX7 la potenza dissipata per placca è più che sufficiente per garantire la potenza d'uscita lineare che noi c'eravamo prefissi d'ottenere. Quindi per la nostra realizzazione vennero scelte le valvole 12AT7, e 12AU7 e 6BL7.

Fig. 3

Alimentatore a basso ronzio particolarmente adatto per l'amplificatore descritto.

Descrizione del circuito.

Il circuito elettrico dell'amplificatore è illustrato nella fig. 2. Esso comprende un triodo amplificatore di tensione, un triodo invertitore di fase, un doppio triodo, con le sezioni usate in controfase, come amplificatore di tensione pilota dello stadio finale, e finalmente un altro doppio triodo di potenza, in grado di erogare l'energia sufficiente per il pilotaggio degli altoparlanti. Il primo triodo è collegato in circuito amplificatore a resistenza a capacità ed ha una resistenza catodica di 470 ohm. Essa non è shuntata da alcun condensatore, e — dal lato caldo — è collegata alla linea proveniente dal secondario del trasformatore di uscita, che convoglia la tensione di controreazione. Sul circuito di griglia è previsto un potenziamento da 0,5 Mega ohm, che serve per la regolazione del livello d'entrata e che permette di ridurre il livello d'ingresso in modo tale che lo stadio finale non sia mai sovraccaricato nemmeno quando il segnale abbia un livello elevato. *(continua)* ■

Fig. 4

Curva di risposta in frequenza dell'amplificatore con 6BL7 finale, ad una potenza di uscita di 3 W.

Il sistema "3 D" E L'ALTA FEDELTA'

G. NICOLAO

Fig. 1

Radiogrammofono per Alta Fedeltà con riproduzione stereofonica « 3 D » (Grundig).

La necessità di orientare i gusti del pubblico verso gli apparecchi riproduttori d'alta qualità e in particolar modo verso radioricevitori e radio fonografi di una certa mole, hanno fatto nascere intorno al 1952, un nuovo sistema di riproduzione, chiamato « 3 D », che si è venuto affermando via via negli anni fino a raggiungere in questi ultimi tempi la sua massima diffusione.

Collegare il fenomeno « 3 D » all'alta fedeltà può avere un notevole interesse, in quanto la riproduzione « 3 D » non è altro che un tentativo di ottenere una specie di riproduzione stereofonica, non per mezzo di canali separati di registrazione e di riproduzione, ma sfruttando il ritardo di tempo ottenuto attraverso diverse sorgenti dei suoni, e migliorando contemporaneamente le caratteristiche direzionali dei diffusori nella regione delle frequenze alte. Gran parte degli apparecchi radio riceventi e in particolare anche degli impianti ad alta fedeltà hanno una sola sorgente sonora, che nella maggioranza dei casi è puntiforme, e cioè costituita da un altoparlante o da un gruppo di altoparlanti, inseriti nello stesso mobile, anche se spostati longitudinalmente o assialmente uno rispetto all'altro. Se questa disposizione è in grado di assicurare un angolo sufficientemente ampio di dispersione orizzontale alle frequenze basse e medio-basse, altrettanto non si può dire nel campo delle frequenze medio-alte ed alte, in cui il fattore direttivo dell'altoparlante porta ad una concentrazione di dette frequenze in una direzione prevalente, con forte attenuazione del campo in direzioni laterali al mobile diffusore.

Gli studi sul 3 D presero quindi la loro origine dal fatto che tutti gli altoparlanti delle note alte, dinamici, elettrostatici, o a tromba hanno una caratteristica di irradiazione direttiva, cioè distribuiscono la loro componente a frequenza alta secondo la direttrice dell'asse del cono o nella direzione dell'asse della tromba qualora siano a membrana vibrante. L'angolo orizzontale di dispersione è quindi molto stretto. In un impianto ad Alta Fedeltà questo inconveniente può divenire notevole perchè consente di ottenere una riproduzione perfetta soltanto nella direzione frontale del « baffle » e non secondo tutti gli altri angoli direzionali.

Questo fenomeno è eliminato (o meglio attenuato) negli impianti che, avendo diversi piccoli altoparlanti disposti radialmente al mobile, oppure usando mobili ad angolo, od infine utilizzando diffusori speciali ad ampio angolo di irradiazione, sono dotati di una dispersione piuttosto ampia delle frequenze più alte.

I tecnici tedeschi, appassionati da lungo tempo ai problemi della riproduzione di alta qualità, realizzarono per primi il sistema « 3 D » inteso come estensione alle frequenze alte della distribuzione circolare dei suoni. E' evidente che questa necessità non potrà essere risentita prima che l'avvento della Modulazione di Frequenza, dei dischi a microsolco e dei riproduttori fonografici a maggiore estensione di gamma, permettessero la riproduzione delle frequenze fino ad almeno 7-10.000 Hz.

Infatti finchè il ricevitore normale, anche se radiofonografo con mobile di grandi dimensioni, irradiava, come limite elevato, frequenze dell'ordine di 4 kHz, era sufficiente la disposizione determinata dal mobile e dal sistema d'altoparlante per creare un effetto di pienezza nell'auditorio. Il primo sistema ad Alta Fedeltà realizzato con la dispersione delle frequenze alte venne effettuato nelle sedi della Deutsche Rundfunk sotto forma professionale e impiegò, in unione ad un Bass Reflex per la riproduzione delle note basse, un diffusore per le note elevate costituito da una sfera di rete metallica contenente 12 altoparlanti « Tweeters » orientati in modo da indirizzare i suoni in tutte le direzioni. Questi elementi erano in grado di riprodurre tutte le frequenze superiori ai 2800 Hz fino a circa 17.000 Hz. Con il nuovo sistema si raggiunse un'efficace diffusione spaziale costante, ma l'artificioso elemento multiplo non poteva che dare lo spunto alla realizzazione di complessi più semplici, dato il suo prezzo, anche per i più raffinati cultori dell'alta fedeltà assai elevato. Nacquero così disposizioni d'altoparlanti in mobili speciali tali da realizzare più economicamente il miglioramento della diffusione circolare delle note alte. Ci si accorse allora che il principio era in grado di conferire già di per sè stesso un certo senso di profondità quasi stereofonico all'audizione. Un secondo miglioramento apportato nei tempi successivi fu quello di irradiare le frequenze basse, quelle medie e quelle alte con un certo sfasamento tra loro, in modo che i diversi segnali giungessero all'orecchio leggermente spostati nel tempo gli uni rispetto agli altri.

Questo aumentò la possibile sensazione di stereofonia, in quanto la distanza di tempo occorrente tra un gruppo di frequenze e un altro gruppo rendeva possibile un effetto paragonabile a quello dato dalla distanza tra l'ascoltatore e i diversi gruppi di strumenti di un orchestra. Le prime soluzioni per ottenere i due effetti della dispersione regolare delle frequenze alte nell'angolo solido e contemporaneamente ottenere un effetto di ritardo tra le frequenze basse e le frequenze

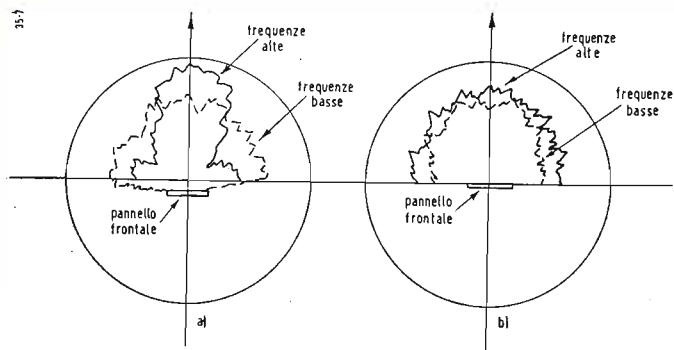



Fig. 2
Curve di irradiazione per le frequenze basse ed alte con sistema normale a) e con sistema « 3 D » b).

alte, venne ottenuto per mezzo della sistemazione di altoparlanti laterali al mobile, oppure diretti verso il soffitto dell'ambiente, con leggera inclinazione verso la parte dell'ascoltatore (o la parte anteriore del mobile) in modo da far sì che le frequenze più alte giungessero all'orecchio solo dopo la riflessione avvenuta dal soffitto del locale, e quindi dopo aver percorso uno spazio maggiore di quello percorso dalle componenti irradiate dall'altoparlante frontale. Queste prime soluzioni possono essere considerate valide negli apparecchi di radio diffusione e nei radiofonografi 3 D i quali assai di rado hanno le doti di riproduzione ad alta fedeltà. Specie i più piccoli di questi apparecchi hanno infatti una risposta alle frequenze basse che è inferiore al minimo tollerato per un impianto definito Hi Fi, per quanto sia indubbiamente superiore a quello di un apparecchio di tipo corrente. Diverso oggi si presenta il problema nel caso dei radiofonografi medi e di grandi dimensioni in cui la risposta alle frequenze basse è assicurata da un sistema « baffle » di dimensioni sufficienti, mentre la risposta alle note alte è ottenuta con l'impiego di tweeters dinamici e elettrostatici o di sistemi a compressione. Uno di questi apparecchi particolarmente curato dal punto di vista della riproduzione di bassa frequenza e quindi classificato entro gli apparecchi d'alta fedeltà è quello illustrato nella fig. 1 e dovuto alla ben nota casa germanica Grundig. Abbiamo precedentemente accennato al sistema di diffusione circolare delle frequenze alte ottenuto disponendo diversi altoparlanti di tipo elettrostatico o magneto dinamico in diverse direzioni nello stesso mobile. E' difficile trovare infatti, allo stato della tecnica attuale, apparecchi anche modesti, muniti di diversi altoparlanti tutti posti sul pannello frontale (1). Generalmente nel caso più comune, due delle tre unità sono poste sui lati del mobile e orientate con una leggera inclinazione verso la parte anteriore, mentre una si trova invece sul pannello frontale. I due altoparlanti laterali sono di solito magneto-dinamici, con cono non superiore ai 12 cm. di diametro, mentre nel caso dell'altoparlante frontale l'orientamento generale verte su un'unità ellittica in cui la dimensione dell'asse maggiore supera a volte i 30 cm.

Il diagramma della fig. 2 illustra la radiazione delle frequenze basse e alte in due distinti apparecchi: la curva a) è riferita ad un apparecchio avente tre altoparlanti uno da 25 cm e due da 12 cm posti tutti in direzione frontale, cioè rivolti verso l'ascoltatore; mentre la curva b) illustra la dispersione alle frequenze alte ottenuta orientando i due altoparlanti di piccole dimensioni leggermente angolati verso l'esterno del mobile, cioè in direzione delle due pareti laterali. Alcune caratteristiche disposizioni di altoparlanti nei mobili per raggiungere la dispersione uniforme in senso azimuthale sono illustrate nella fig. 3.

In a) sono adoperati due altoparlanti per le frequenze alte e uno per le frequenze basse; in b) sempre due altoparlanti per le frequenze alte e uno per le frequenze basse ed infine in c) quattro altoparlanti per le frequenze medio alte ed alte e uno per le frequenze basse. Un interessante sistema per ottenere la dispersione ottima nel campo orizzontale per le frequenze oltre gli 800 Hz è stato escogitato dalla Grundig, che ha messo in commercio un diffusore speciale da appoggiare sopra il mobile « baffle ». Qust'unità, illustrata nella fig. 4, consiste in un sistema di due altoparlanti ellittici disposti anzichè in senso normale, in senso verticale e uno affacciato all'altro. L'effetto di compressione e rarefazione sono simili a quelli prodotti da un altoparlante sferico. Studiando opportunamente la fase dei due altoparlanti è possibile ottenere una diffusione circolare molto regolare, capace di creare un effetto di profondità alla riproduzione musicale. I due altoparlanti di tipo ellittico consentono di ottenere inoltre una maggiore estensione di riproduzione lineare di frequenza. Il loro campo d'azione va quindi da circa 1000 Hz a 12 ÷ 15.000 Hz.

Gli altoparlanti sono contenuti in un elegante soprammobile molto simile a un cestello, che può essere poggiato come se fosse un paralume sulla parte superiore del diffusore per l'impianto ad Alta Fedeltà o del radiofonografo. Esso è chiamato comunque « diffusore panoramico » perchè consente di ottenere un effetto acustico analogo a quello ottico offerto dallo schermo panoramico.

(1) L'osservazione non ha valore qualora il mobile abbia una notevole larghezza, per cui la distanza degli altoparlanti, in linea orizzontale, fa sì che essi anhe se orientati in direzione anteriore non possano essere considerati alla stregua di una sorgente puntiforme.

Fig. 3
Caratteristiche disposizioni degli altoparlanti all'interno del mobile per ottenere l'effetto « 3 D ». Per maggiori dettagli vedere nel testo.

Fig. 4
Diffusore «panoramico» delle alte frequenze della Grundig. Esso permette di ottenere un diagramma di radiazione circolare con eccellenti risultati.

Un terzo sistema più economico dei precedenti perchè consente di utilizzare un solo altoparlante multiplo per la riproduzione delle frequenze alte e di quelle basse è illustrato nella fig. 5. In esso un solo altoparlante biconico è orientato verso il soffitto. In tal modo l'ascoltatore ottiene la riproduzione tramite la riflessione e quindi in un angolo di dispersione orizzontale molto ampio. Quest'ultimo sistema però, benchè adottato da alcune case di chiara fama in una serie di apparecchi, non sembra aver avuto lo stesso successo dei sistemi precedenti, forse per la necessità di impiegare un altoparlante che da solo copra tutto il campo delle frequenze udibili e precisamente da circa 40 Hz a circa 12-15000 Hz. e per gli sfavorevoli effetti di riverberazione che possono derivare. L'adozione di un solo altoparlante non permette poi di ridurre il prezzo, rispetto agli apparecchi utilizzanti tre diverse unità, che anzi l'altoparlante multiplo o biconico ha un costo effettivo molto maggiore dei tre altoparlanti singoli. L'impiego di una unità speciale riporta infatti il costo dell'impianto ad un punto vicino a quello dei migliori sistemi ad alta fedeltà.

Sempre utilizzando un solo altoparlante speciale è possibile ottenere un effetto di dispersione delle frequenze alte con il procedimento illustrato nella figura 6. In questo caso l'altoparlante non sarà affacciato al pannello frontale del mobile, ma fissato su un secondo pannello leggermente arretrato rispetto alla chiusura frontale. Innanzi al cono dell'altoparlante si trova una unità diffrangente, costituita da un corpo di materiale plastico semirigido, sul quale sono praticati molti piccoli fori. L'intercapedine tra i due pannelli funge da camera acustica, e deve essere messa in comunicazione con l'esterno attraverso due aperture laterali, praticate a fianco del cono plastico sul pannello frontale. Le note basse passano attraverso i fori del cono diffrattore, uscendo secondo l'asse dell'altoparlante, mentre le note medie ed alte vengono deviate e sono costrette ad uscire dalle aperture laterali. E' come se fossero irradiate da due diversi altoparlanti « tweeters » ciascuno posto a 45° verso l'esterno, rispetto all'asse dell'altoparlante centrale.

Le soluzioni accennate, benchè incontrino l'incondizionato favore del pubblico medio, non sono invece gradite a gran parte degli appassionati dell'alta fedeltà, che considerano questi artifizi una deviazione dell'intento di ottenere una riproduzione quanto più possibile vicina alla realtà musicale. Ciò non toglie che la possibilità di diffondere un effetto pseudo stereofonico abbia consigliato ad un certo numero di ditte costruttrice di impianti B.F. a la realizzazione di complessi con riproduzione « 3 D » o pseudo-stereofonica. Una soluzione diversa da quelle illustrate precedentemente è realizzata con lo spostamento dei diffusori delle varie frequenze non nello stesso mobile ma in diversi mobili poste in zone distinte nello stesso ambiente consentono di ottenere riproduzioni di tipo pseudo-stereofonico molto più vicino alla realtà e molto più convincenti dal punto di vista psicologico. Questa soluzione più efficace ma ancor più controversa dal punto di vista della riproduzione fedele della qualità musicale incisa è illustrata nella fig. 7.

All'uscita di un impianto riproduttore ad alta fedeltà normale, munito di un canale unico, sono collegati tre diversi sistemi d'altoparlanti che si trovano rispettivamente in diverse posizioni nel locale d'ascolto. La distanza tra ognuno di questi sistemi diffusori non deve essere inferiore a 2 metri per ottenere i migliori risultati. I tre mobili diffusori installati distanti tra loro, hanno le funzioni seguenti:

1) un diffusore delle frequenze basse nell'angolo sinistro dell'ambiente, per la diffusione delle frequenze comprese tra 20 e 800 Hz.

2) Un diffusore di piccole dimensioni con altoparlante ellittico per l'irradiazione delle frequenze comprese tra 800 e 3000 Hz posto al centro della parete di fondo del locale.

3) Un diffusore angolare delle note alte, nell'angolo destro del locale. Esso potrà essere realizzato con tre altoparlanti « tweeters » ognuno orientato a 30° rispetto all'altro e servirà per la diffusione delle frequenze comprese tra circa 2000 e 18.000 Hz. La divisione delle frequenze che devono raggiungere i tre

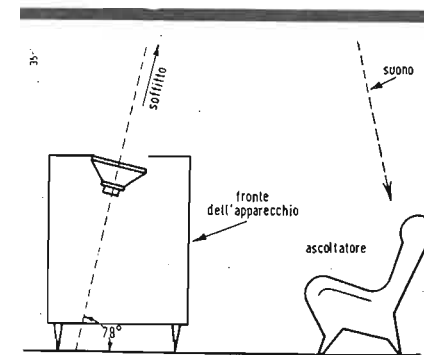



Fig. 5
Sistema « 3 D » a riverbero.

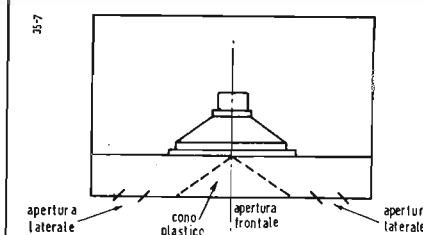



Fig. 6
Correzione del diagramma di irradiazione con un solo alto parlante e cono dispersore forato.

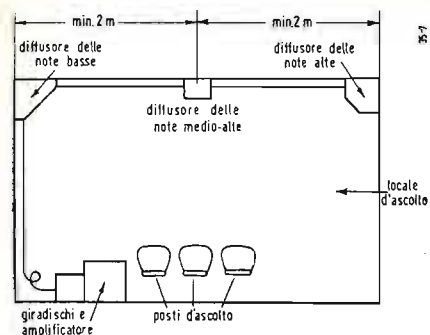



Fig. 7

Pianta di un ambiente previsto per ascolto con sistema pseudo-stereo-fonico.

sistemi diffusori non è effettuata per mezzo di un amplificatore a diversi canali — come abbiamo detto precedentemente — ma per mezzo di opportuni filtri « Crossower » costituiti semplicemente da condensatori di opportuna capacità. Il principio dell'effetto pseudo-stereofonico prodotto da un sistema di questo genere è determinato dalla diversa distanza dell'ascoltatore dal luogo di provenienza dei vari gruppi di suoni, e dalla diversa direzione di provenienza di essi. Ciò dà l'impressione che i diversi gruppi (strumenti bassi, medi e alti dell'orchestra) non siano riuniti in un punto singolo ma siano distribuiti su un piano di circa 6 metri, equivalenti alla distanza tra i due diffusori angolari. Purtroppo questo sistema pseudo stereofonico ha lo svantaggio che non è possibile selezionare con determinazione le note provenienti dai diversi strumenti, si otterrà infatti un effetto anacronistico determinato dalle armoniche elevate dei diversi strumenti che proverranno da una direzione diversa da quella delle note fondamentali più basse dello stesso strumento. Per esempio le note normali del violino proverranno dall'altoparlante di sinistra o da quello centrale mentre le armoniche delle note stesse proverranno dall'altoparlante che si trova all'estrema destra.

Ciò potrà portare ad un disorientamento dell'ascoltatore abituale ad assistere a concerti in sala musicale o in teatro e in particolare all'esperto di musica.

Ciò nonostante questo sistema è spesso utilizzato per ottenere l'impressione di stereofonia non potendo disporre di programmi incisi su canali separati. ■

COSTI ED ALTA FEDELTA'

L. RIVA

L'orientamento verso l'acquisto di un elemento per l'apparecchiatura ad Alta Fedeltà è egualmente difficile per il tecnico e per l'amatore. Per il tecnico, benchè egli tenda sempre verso il meglio, la difficoltà è data dalle sue personali preferenze e convinzioni, che possono distrarlo da un giudizio obiettivo, per l'amatore invece la scelta è resa difficile dai molti tipi di apparecchi in commercio e dalle possibilità di essere suggestionato da un ascolto o da un suggerimento non interamente spassionato. Cercheremo qui di aiutare entrambi nella realizzazione di un sistema ad Alta Fedeltà, persistendo dalle considerazioni d'ordine tecnico-costruttivo, e supponendo di volersi orientare nell'acquisto totale o parziale dei vari componenti.

E' noto che un complesso ad « Alta fedeltà » non può avere una riproduzione migliore di quella del suo peggior componente. Ogni singolo componente apporta al programma che riproduce una certa distorsione. L'unità migliore in qualità ha una distorsione appena misurabile e praticamente costante, mentre quella più modesta può arrivare ad una distorsione tale da essere facilmente notate, sebbene in misura assai spesso accettabile, da un orecchio sensibile. Un componente quasi senza distorsione è quindi sprecato se inserito in un complesso che abbia altri componenti che generano forti distorsioni. Per esempio è poco intelligente adoperare un amplificatore che costa 300.000 lire per pilotare un picccolo altoparlante da 3000 lire. Si avrebbe lo stesso risultato, e forse anche abbastanza soddisfacente, adoperando un buon amplificatore da 20-40.000 lire con lo stesso altoparlante.

Esiste infine un ben definito sistema di B.F. per ogni orecchio e per ogni ascoltatore, è quindi necessario giudicare attentamente ciò che serve e decidere a quali limiti si voglia arrivare. E' naturalmente desiderabile, se pure non essenziale, avere un'idea dei criteri di scelta dei componenti, prima di decidersi ad un qualsiasi acquisto. Pensiamo perciò sia interessante esaminare singolarmente e da questo punto di vista i vari elementi Hi Fi.

Il complesso fonografico è una delle più importanti sorgenti di programma di Bassa Frequenza è dato dai dischi fonografici, specialmente per il vastissimo repertorio di dischi microsolco che si è recentemente formato. La principale esigenza per il successo della riproduzione di un disco è che esso giri ad una velocità assolutamente costante 16 2/3, 33 1/3, 45 o 78, giri al minuto senza fluttuazioni e senza vibrazioni a frequenza bassa e con assenza completa di rumori estranei di ogni tipo.

Il piatto di un giradischi è realizzato per tenere conto di questi problemi con la massima robustezza, semplicità e precisione. Su ciò deve basarsi la scelta di chi ricerca la perfezione. Uno sguardo ai tipi semi-professionali convincerà.

Sono strumenti di precisione. Per tutti coloro che insistono sulla convenienza di un cambiadischi automatico vi sono parecchi tipi interessanti e di alta qualità.

Dagli stessi fabbricanti è generalmente edito un manuale per la scelta dell'apparecchio e per la corretta riproduzione dei dischi. La scelta finale dipende dal genere di collezione, dalle esigenze tecniche e dalle possibilità dell'acquirente. In ogni caso vanno accuratamente evitate le fluttuazioni e le oscillazioni che possono essere facilmente individuate nelle prove di ascolto. Le fluttuazioni influiscono sulla qualità del suono e le oscillazioni B.F. coprono le note più basse a volume alto.

E' necessario eliminare questi inconvenienti dai complessi di alta qualità per ottenere risultati sicuri. Altro importante componente che viene in contatto con il disco è il rivelatore. La sua funzione è quella di trasformare le deformazioni del solco in variazioni corrispondenti al suono registrato: raggiungere cioè senza alterare la qualità e l'equilibrio del suono è uno dei più ardui problemi di Bassa Frequenza e come conseguenza si nota più differenza tra una testina ed un'altra di fabbricante diverso che non tra qualsiasi altro componente, fatta eccezione del solo altoparlante.

Una buona testina deve rispondere con eguale sensibilità in ogni punto della gamma di frequenze udibili: in altre parole deve avere una curva di risposta piatta. La sua puntina deve avere la maggiore sensibilità possibile, sì da poter seguire il solco nelle note più alte.

Con le prove d'ascolto, un responso piatto dà una qualità di suono naturale senza esagerazioni ne sugli alti, ne sui medi, ne sui bassi, l'alta flessibilità dà una più realistica riproduzione dei transitori presenti specialmente negli strumenti e percussione, nei piatti e nel pizzicato.

Le migliori cartucce del mercato sono, quasi senza eccezione, del tipo magnetico.

In esse il movimento della puntina è convertito in un segnale elettrico per mezzo di un generatore magnetico. La maggior parte delle migliori cartucce, la Audax, la Miratwin, e la Pichering «Fluxvalve», utilizzano il principio della riluttanza variabile; alcune altre (la Electro-Sonic per esempio) sono del tipo a bobina mobile. Tutte queste cartucce danno i migliori risultati se montate su un braccio di alta qualità a peso registrabile. Nella scelta del braccio, bisogna ascoltare sopratutto che il suono sia naturale confrontandolo con i suoni di una orchestra reale. La riproduzione ad alta fedeltà dipende anche in buona parte dalle condizioni del disco: il solco deve essere pulito e senza graffiature.

Recentemente sono entrate in commercio anche le testine di tipo ceramico: esse sono vantaggiose perchè hanno un'uscita elevata, ed il loro costo non è eccessivo. Gli accessori per pulire e preservare i dischi, come quelli che si trovano in commercio sono sempre molto utili, e non devono essere dimenticati.

IL SINTONIZZATORE

Le trasmissioni radio sono un'altra importante fonte di ascolto B.F. E' noto che i programmi a MF permettono di ottenere molto più di quelli a M.A., ed esenti da disturbi. Generalmente le stazioni MF ritrasmettono gli stessi programmi di quelli a M.A. non è quindi generalmente necessario un sintonizzatore doppio MA - M.F.

Il sintonizzatore capta il segnale radio e lo rivela inviando poi il segnale audio al successivo preamplificatore. Un buon sintonizzatore deve avere bassa distorsione, basso rumore di disturbo e un buon responso di bassa frequenza. Ma la differenza tra i sintonizzatori di classe e quelli normali si nota nella sensibilità che si traduce poi nell'attitudine a riprodurre con alta fedeltà anche segnali deboli. Chi vive distante dalle trasmittenti M.F. dovrà scegliere evidentemente un sintonizzatore molto sensibile. Lo stesso vale per i sintonizzatori M.A, che però, dato lo stato di estremo affollamento della gamma OM, sono sconsigliabili.

Su scala internazionale ricorderemo il REL, progettato senza economia, sensibilissimo, libero di distorsioni ma piuttosto costoso. Meno costoso ma sempre in categoria lusso è l'FM-40 Fischer, infine il Pilot AF - 860, M.A. e M.F. di eccellente sensibilità e fedeltà che ha incorporato un preamplificatore molto buono. Sul nostro mercato non bisogna dimenticare l'esistenza di buoni complessi economici, quali ad esempio il Geloso, che è in grado di assicurare ottimi risultati.

L'AMPLIFICATORE

L'amplificatore è collegato a tutti gli altri componenti del sistema. La sua funzione base è quella di amplificare il debole segnale del rivelatore o del sintonizzatore e con esso pilotare gli altoparlanti e ciò senza portare alcuna distorsione. Questa è una funzione abbastanza semplice da ottenere con l'aiuto della perfezione raggiunta dall'elettronica. Tutti gli amplificatori prodotti negli ultimi tre anni sono molto buoni, ma vi sono fra di loro forti differenze riguardo alla potenza, flessibilità ed altro. Tutti gli amplificatori HI-FI sono divisi in due sezioni: il preamplificatore e l'amplificatore di potenza, che possono essere montati su due telai separati o sullo stesso telaio. La funzione del preamplificatore è quella di applicare certe correzioni al segnale, necessarie non solo per adattare il responso degli alti e dei bassi all'orecchio dell'ascoltatore ed alla acustica dell'ambiente, ma anche per egualizzare le caratteristiche dei dischi. Il grado di flessibilità e versatilità con cui un preamplificatore può applicare questa correzione determina le sue dimensioni, il suo peso, il suo prezzo, ed è qui che si trovano le maggiori differenze tra gli amplificatori. Per quanto concerne la seconda sezione, il suo solo scopo è quello di aumentare la potenza del segnale ricevuto dal preamplificatore. La potenza dei complessi ad Alta Fedeltà varia da 5 a 60 Watt.. Il vantaggio di un più potente amplificatore non è il guadagno in volume; che non è molto grande, ma la sua attitudine a pilotare qualunque sistema di altoparlanti alle note più basse ed a piena potenza. Nel valutare un amplificatore è necessario ascoltare sopratutto la chiarezza dei passaggi nei bassi e la limpidezza delle note più alte, specialmente nei pieni orchestrali e negli assolo.

L'ALTOPARLANTE

L'altoparlante è certamente il più importante ed anche il più controverso elemento di scelta in un sistema ad Alta Fedeltà. E' l'ultimo anello della catena e può distorcere un segnale assai facilmente esente da distorsione inviatogli dai precedenti componenti. Avendo la più complessa e la meno compressibile funzione di tutti i componenti radio e cioè convertire gli impulsi elettrici forniti dall'amplificatore in onde sonore, l'altoparlante può essere progettato in tanti modi quanti sono i progettisti. La scelta dell'altoparlante è quindi prerogativa dell'ascoltatore. L'altoparlante il cui suono vi dà l'impressione di ascoltare una musica gradita e vera è quello che fa per voi. Però per essere onesti è generalmente sempre il più costoso che viene considerato il migliore. Ricordare che un ottimo altoparlante è inutile se inserito in un mobile inadatto.

IL REGISTRATORE

E' giunto il tempo in cui un sistema ad Alta Fedeltà non è considerato completo senza il registratore a nastro. Un buon nastro pre-registrato garantisce un ascolto superiore a quello offerto dal miglior disco e l'incisione diretta apre un nuovo orizzonte di soddisfazioni per gli amatori. La bella musica e la viva trasmissione radio possono essere conservate in un unica nastroteca. Il registratore deve essere però ad Alta Fedeltà e deve essere esaminato con attenzione. Chi voglia acquistare un registratore a nastro veramente Hi Fi deve rivolgersi però ad una unità di caratteristiche veramente brillanti il cui prezzo è generalmente piuttosto elevato.

Per esigenze minori esistono alcune unità di prezzo modesto con le caratteristiche necessarie ad un registratore di qualità. ■

A. F. e MODULAZIONE DI FREQUENZA

Dott. Ing. G. KUHN

« Hi-Fi » è la parola d'ordine di attualità, importata dall'America, per indicare la riproduzione acustica di alta qualità.
Il complesso Z59 della Siemens rappresenta senza dubbio una delle realizzazioni più avanzate di questa nuova tecnica.
L'insieme degli altoparlanti è separato dal resto dell'apparecchiatura. Una specie di tavolino da the a rotelle comprende l'insieme delle parti elettroniche: ricevitore a modulazione di frequenza, giradischi con cambiadischi automatico, registratore magnetico e amplificatore al alta fedeltà. Gli altoparlanti, in numero di dieci, sono montati in un mobile a pianta triangolare.
Un cavo a cinque conduttori collega i due sistemi. Questa soluzione si è rivelata felice, e prova ne è il favore con cui è stata accolta dal pubblico. Comodamente seduti in poltrona si può infatti procedere alla scelta del programma, e ogni influenza acustica tra altoparlanti e complesso elettronico è praticamente eliminata.

Generalità. — Su ogni apparecchiatura elettroacustica il punto debole è rappresentato dagli altoparlanti. La loro efficienza è bassa, ed è praticamente impossibile ottenere da un solo altoparlante una risposta soddisfacente entro tutta la gamma acustica.

Le frequenze più basse sono attenuate in rapporto alle frequenze medie, in funzione specialmente delle dimensioni del mobile. In generale l'attenuazione incomincia a 400 ÷ 600 Hz, ed ammonta a circa 18 dB per ottava.

Per ovviare a questo inconveniente non resta che prevedere una maggiore amplificazione di queste frequenze.

Non molto diversamente le cose si passano per le frequenze alte della gamma.

La migliore condizione è realizzata non quando si prevede un amplificatore a banda più estesa possibile, ma quando si studi l'amplificatore in congiunzione col sistema di altoparlanti, in modo che esso apporti le correzioni necessarie a quest'ultimo per ridurre al minimo le distorsioni.

1 - Il sistema di altoparlanti.

E' molto difficile che esista lo spazio sufficiente alla realizzazione di schermi acustici efficienti per frequenze dell'ordine di 30 Hz, ritenute il limite inferiore della gamma acustica.

Si ovvia a questo con mobili di dimensioni appropriate all'ambiente e agli altoparlanti usati, e facendo largamente uso di materiali assorbenti delle vibrazioni. La frequenza di risonanza degli altoparlanti va tenuta al valore più basso possibile, e smorzata al massimo per evitare fastidiosi rimbombi.

La disposizione a pianta triangolare del mobile presenta il principale vantaggio di permettere la sistemazione in un angolo dell'ambiente.

La posizione ad angolo delle pareti dell'ambiente costituisce un grande riflettore, e migliora la diffusione delle più basse frequenze.

Dieci altoparlanti, come abbiamo detto, sono impiegati nel complesso Siemens Z59. Quattro per il sistema delle basse frequenze (diametro 25 cm, eccitazione a magnete permanente molto spinta: 12.500 Gauss), e sei per le frequenze più alte (diametro 10 cm, magnetodinamici). Una rete di filtraggio è inserita su ciascun sistema, ciò che elimina ogni dannoso effetto di intermodulazione fra gli altoparlanti.

Le dieci bobine mobili ed il filtro sono così combinati da presentare un'impedenza totale di 9 ohm in tutta la gamma acustica. (v. fig. 1).

Lo smorzamento degli altoparlanti per i toni bassi vicino alla loro frequenza di risonanza è ottenuto sia coll'inserzione di una opportuna resistenza acustica, che colla scelta di una bassa impedenza interna dello stadio finale di amplificazione.

La resistenza acustica è realizzata durante la costruzione del mobile. I due altoparlanti inferiori (Fig. 2)

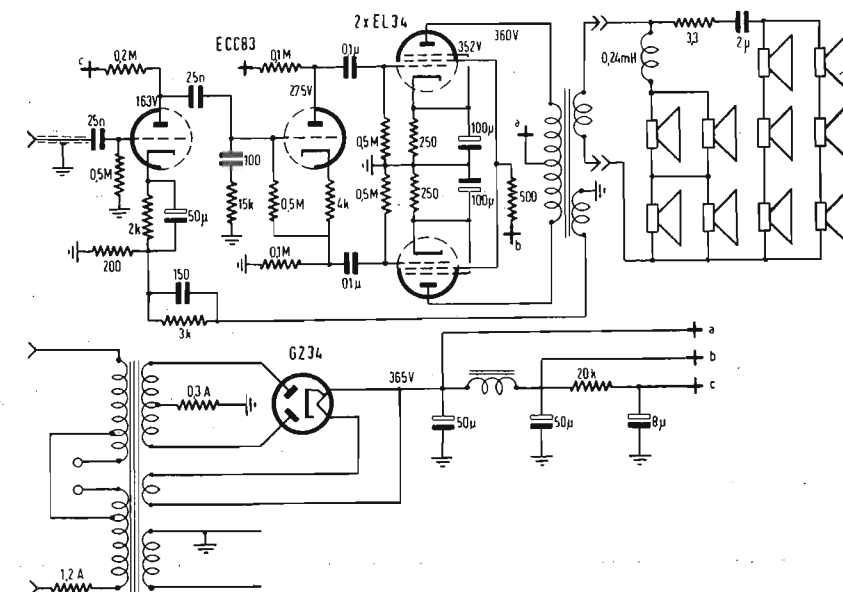



Fig. 1
Schema dell'amplificatore finale con i dieci altoparlanti.

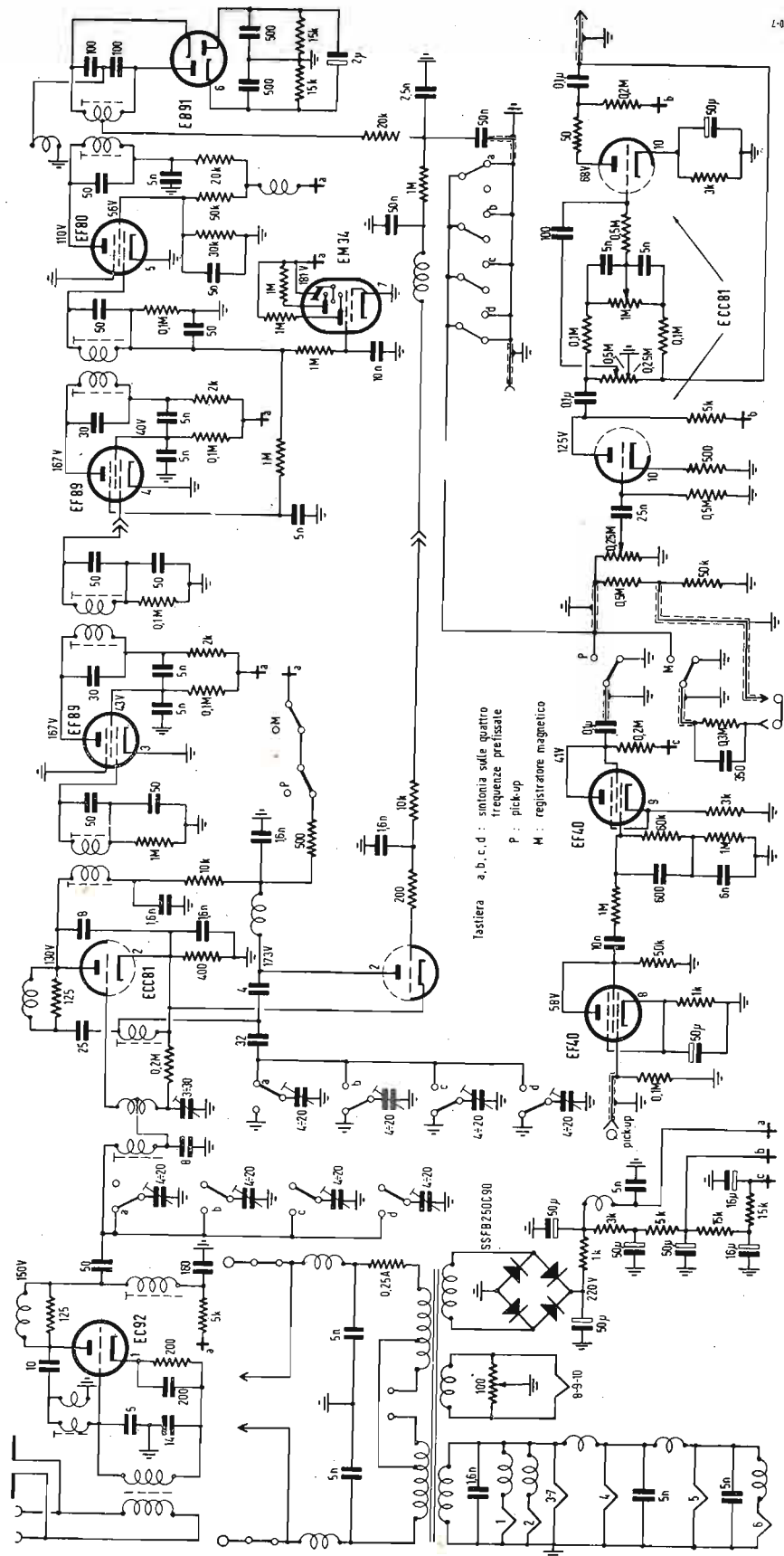



Fig. 3. - Schema della parte ricevente e del preamplificatore a bassa frequenza.

sono fissati su un pannello posto ad una certa distanza dalla parete anteriore, e che continua ad angolo al disopra degli altoparlanti stessi.

Le aperture dei due altoparlanti nel pannello vengono a trovarsi di fronte ad una fenditura nella parete anteriore. La camera d'aria fra parete e pannello costituisce la resistenza acustica, ed il suo valore dipende dal volume dell'intercapedine e dalle dimensioni della fenditura.

La disposizione dei sei altoparlanti per le frequenze alte segue la regola della « sorgente sferica ». (Qui si tratta in effetti di un segmento di calotta sferica). Tutto lo spazio antistante al mobile è quindi irradiato da questi altoparlanti, senza tuttavia che essi siano orientati direttamente sull'ascoltatore. Egli riceve le alte frequenze rinviategli dal soffitto, dalle pareti e dal pavimento.

Lo stadio finale di potenza è montato su un telaio separato nel mobiletto spostabile. Esso è in grado di fornire agli altoparlanti una potenza di 25 W abbondanti.

Un tubo ECC83 svolge le funzioni di amplificatore ed invertitore di fase per l'eccitazione dei due tubi EL 34 montati in controfase in classe AB.

Un avvolgimento separato del trasformatore di uscita fornisce una tensione di controreazione che è applicata al catodo della prima sezione del tubo ECC83. La forte controreazione, indipendente dalla frequenza ed ammontante a circa 20 dB riduce fortemente le distorsioni armoniche e l'intermodulazione e conferisce all'amplificatore una ridottissima impedenza interna di uscita, che serve ad aumentare lo smorzamento degli altoparlanti.

Importante dal punto di vista delle distorsioni è la rotazione di fase introdotta dal trasformatore di uscita, e che va tenuta più bassa possibile nell'intera gamma di frequenza. Essa dipende dal volume del ferro per le frequenze più basse, e dalla capacità distribuita per le più alte.

In questo complesso il trasformatore ha gli avvolgimenti suddivisi in 16 sezioni, e la rotazione di fase è inferiore a ± 10° nella gamma da 20 Hz a 20 kHz. Praticamente la risposta è buona fino a 100 kHz.

Ad una regolazione a metà corsa del controllo di tono, corrisponde una risposta lineare di tutto il complesso, altoparlanti compresi, fra 30 e 16.000 Hz.

2 - La sintonia fine del ricevitore a modulazione di frequenza.

Come si sa, soltanto le emissioni a modulazione di frequenza permettono l'ascolto ad alta qualità. E' per questo che il complesso dispone solo di un ricevitore a modulazione di frequenza con quattro tasti per la selezione automatica delle stazioni. (Fig. 3).

Uno stadio di amplificazione ad alta frequenza equipaggiato con un tubo EC92 rappresenta il presupposto per una ricezione scevra da soffio, e per evitare ogni interferenza a danno di televisori posti nelle vicinanze. Un tubo ECC81 funge da oscillatore locale e mescolatore, mediante una delle sue sezioni triodiche. L'amplificazione a frequenza intermedia è fornita da tre stadi comprendenti due tubi EF89 ed uno EF80.

La sensibilità totale, con rumore a — 26 dB, ammonta a 2 ÷ 3 μV. La selettività totale è migliore che 1 : 100. Lo stadio limitatore con EF80 limita in pieno già con un segnale di ingresso di 10 μV.

Con ciò sono rispettate tutte le condizioni per una buona ricezione anche in zone di difficile ascolto ed in zone marginali.

Si è potuto realizzare il controllo di sintonia esclusivamente a mezzo di quattro tasti a frequenze prefissate, senza possibilità di esplorazione della gamma, grazie ad un oscillatore locale stabilizzato con condensatori di correzione per la temperatura, ed a un sistema elettronico di controllo automatico della sintonia.

La seconda sezione triodica del tubo ECC81 oscillatore-mescolatore agisce da tubo a reattanza variabile, controllato dall'uscita del demodulatore. Variando il potenziale di griglia del tubo a reattanza, si varia il

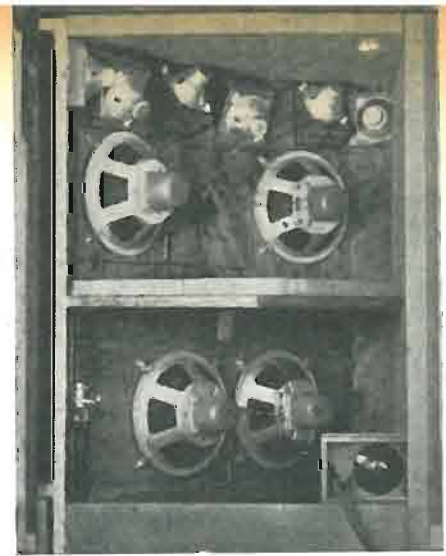



Fig. 2
Disposizione degli altoparlanti nel mobile a prisma triangolare.

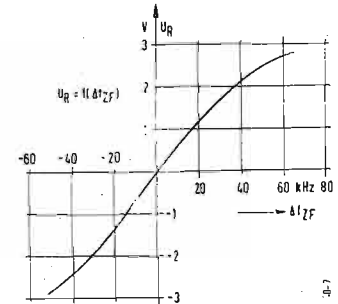



Fig. 4
Tensione di uscita del rivelatore a rapporto in funzione del valore istantaneo della frequenza intermedia.

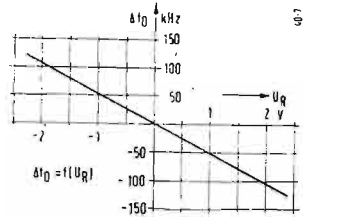



Fig. 5
Variazione della frequenza dell'oscillatore locale in funzione della tensione di controllo.

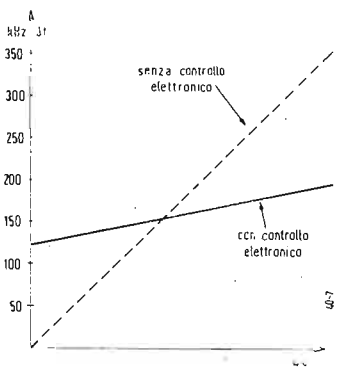



Fig. 6
Variazione della frequenza dell'oscillatore locale in funzione della variazione della capacità di accordo, a 91 MHz.

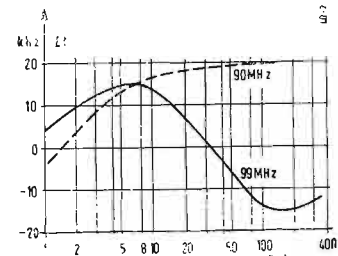



Fig. 7
Variazione di frequenza dell'oscillatore locale in funzione del tempo, a partire dal momento dell'accensione. (Controllo elettronico inserito).

valore della capacità apparente in parallelo sul circuito oscillante locale, e quindi la frequenza di risonanza di esso.
Le cose sono così combinate che una deriva positiva Δf dell'oscillatore locale provoca una variazione positiva della tensione continua sulla griglia del tubo a reattanza. Questo aumenta quindi il valore della sua capacità apparente, e provoca una diminuzione di frequenza dell'oscillatore locale.
La fig. 4 mostra l'andamento della tensione in uscita dal demodulatore in funzione degli scostamenti della frequenza intermedia dal valore mediano.
Per la parte lineare della curva esiste la costante di rivelazione che ammonta a

$$K_r = \frac{U_r}{\Delta f_{fi}} = 0{,}06 \text{ V/kHz}$$

Nella figura 5 è riportata la variazione della frequenza dell'oscillatore locale Δf_o in funzione della tensione di regolazione U_r applicata alla griglia del tubo a reattanza.
La costante del sistema oscillatore risulta quindi

$$K_o = \frac{\Delta f_o}{U_r} = 60 \text{ kHz/V}$$

Il fattore di regolazione automatica è esprimibile da

$$K = \frac{\Delta f_{fi}}{\Delta f_e}$$

rapporto fra la variazione della frequenza intermedia Δf_{fi} ed una variazione immaginaria Δf_e della frequenza d'ingresso (o, se si vuole della frequenza dell'oscillatore locale, immaginato momentaneamente privo del controllo elettronico).

Da quanto sopraesposto segue:

$$\Delta f_{fi} = \Delta f_e - \Delta f_o$$

$$K = \frac{\Delta f_{fi}}{\Delta f_{fi} + \Delta f_o}$$

$$K = \frac{1}{1 + K_o\, K_r}$$

Ponendo i valori precedentemente indicati

$$K = 1 : 4{,}6$$

risultato confermato dai diagrammi di fig. 6 ricavati sperimentalmente.

Se per esempio la frequenza dell'oscillatore tende ad una deriva di 50 kHz/minuto dal valore ideale, questa deriva è ricondotta a 50 : 4,6 = 10,8 kHz/minuto.
La fig. 7 mostra l'andamento della frequenza dell'oscillatore locale in funzione del tempo, a partire dal momento dell'accensione.

Come si vede le variazioni massime sono comprese entro ± 20 kHz, grazie alla presenza del controllo elettronico.

Da Radio Mentor - 1956 - n. 4.

Visita allo Stand N. 24 della S.p.A. IMCARADIO di Alessandria

Alla Mostra della Radio e Televisione ci siamo soffermati dinanzi lo stand della S.p.A. Imcaradio di Alessandria, che si impone allo sguardo del visitatore per la raffinata eleganza.

Abbiamo apprezzato la meravigliosa semplicità della linea estetica dei modelli esposti, tutti di squisita fattura, ed abbiamo avuto modo di constatare la perfetta funzionalità ed il magnifico rendimento degli apparecchi stessi.

Fra i televisori, accanto al già noto modello IF 2157-A, di sobria eleganza, si afferma sul mercato il gemello IF 1257-B, il cui mobile si ispira ad una nuova concezione ed è realizzato, in due tonalità. L'apparecchio presenta un quadro luminoso, con un angolo di visibilità tanto ampio da meritarsi l'appellativo di « superangolare ». Entrambi gli apparecchi hanno la prerogativa di una elevatissima sensibilità e stabilità delle immagini.

E' esposta la nuova serie « Ultra De Luxe ». Il televisore IF 2800 coperto da numerosi brevetti Imca-radio, ha la particolarità di presentare: a) un telaio verticale che può essere ribaltato completamente, permettendo, così, il video-servizio, senza estrarre l'apparecchio dal mobile, con vantaggi indiscutibili; b) una riproduzione sonora realmente stereofonica, in quanto le aperture degli altoparlanti si irradiano concentricamente con il quadro visivo, rendendo viva e presente l'immagine; c) una struttura circuitale, tale da assicurare una tenuta di sincronismo assoluta, anche in zone critiche e in casi di trasmissioni di scarsa efficienza; d) un circuito di controllo sincronizzato e automatico, che mantiene il segnale costante; e) un ricevitore FM incorporato, che, unitamente allo f) attacco per il fonoriproduttore, completa le prestazioni dello apparecchio, veramente di gran lusso.

Il modello IF 1800, della stessa serie, è un televisore di gran lusso, però, senza ricevitore FM incorporato.

Sempre apprezzabili sono i già noti modelli IF 2321, IF 2524, e IF 2527, nelle versioni sopramobili e consolle.

Nella stupita ammirazione di tanta grazia nel campo televisivo, ci siamo, ad un certo momento, sentiti accarezzare dolcemente l'udito dal suono morbidissimo degli strumenti più delicati, e, sorpresi di non scorgerli, abbiamo compreso trattasi di riproduzioni eseguite sugli apparecchi alta fedeltà costruiti dalla stessa Imcaradio di Alessandria, e, riavutici dalla sorpresa, abbiamo potuto constatare che quei modelli, non solo sono stati realizzati a gioia e diletto dell'udito, ma soddisfano, altresì, ed in pieno, le esigenze della vista.

Accanto all'ormai noto IF 124 ed al modello IF 126 della serie Hi.Fi., universalmente apprezzati (campo di riproduzione sonora 10 Hz - 25.000 Hz), muovono, invitanti, i primi passi verso il pubblico i nuovissimi modelli IF 78-A, IF 78-B, IF 78-S della stessa serie Hi.Fi, la cui riproduzione musicale è perfetta, ed i nuovi IF 77-A, 77-B, e IF 77-S sopramobili, equipaggiati di giradischi Garrard ed altoparlanti Goodmans, i quali offrono uno speciale registro sonoro per la migliore riproduzione.

Prima di allontanarci, dal posteggio, notiamo, tra le apparecchiature professionali IF 710-FMA, IF 710-FMS e IF 80-FMR, già largamente impiegate ed apprezzate per collegamenti radio civili e militari, il ricevitore marittimo di soccorso e autoallarme, ed una piccola stazione ricetrasmittente per elicotteri che sappiamo ha già incontrato l'unanime consenso ed approvazione, da parte di chi ha avuto modo di sperimentarla.

Come nasce un DISCO

La vinilite o la gomma lacca vengono riscaldate per formare poi opportunamente tagliate la materia base del disco. Nella foto in angolo a sinistra il forno di riscaldo e l'impastatore, in centro la calandra con « i biscotti » rettangolari già pronti per essere pressati.

Il disco di acetato è delicatissimo per qualunque trasporto anche breve da un reparto all'altro si usano apposite scatole.

Nei bagni galvanici viene introdotto l'acetato dopo che un sottile strato d'argento l'avrà ricoperto permettendo la costruzione di una nuova matrice in metallo.

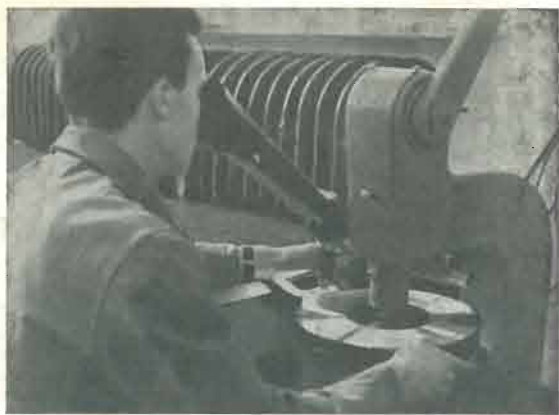
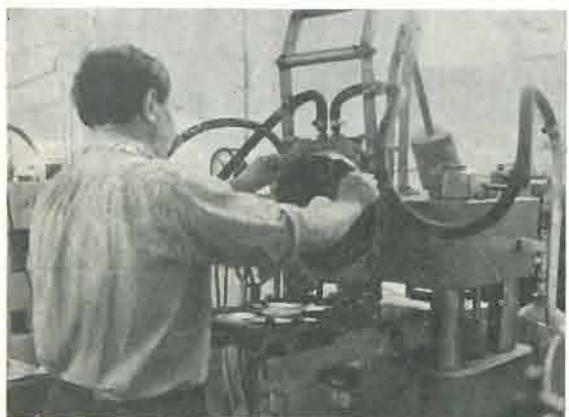
Molte riviste hanno scritto in questi ultimi tempi sull'argomento, alcune imprecisamente altre in modo incompleto, altre trattando particolari aspetti di quel complesso di problemi che è rappresentato dalla completa catena di produzione che, dal suo nascere, porta il disco alle vetrine del negozio del rivenditore.

Descriveremo qui in breve le varie fasi della lavorazione e forse il lettore capirà perchè il disco costa caro, perchè ci sono dischi che gracchiano e altri che fanno di tutto per avere almeno un minimo di rumore di fondo. L'aspetto artistico è un elemento che trascureremo nel presente articolo poichè nel giornale il lettore potrà trovare una apposita rubrica di recensioni e perchè inoltre è noto che oggi può essere considerata arte ciò che ieri si considerava rumore e viceversa.

Il disco nasce da un accordo finanziario artistico e tecnico.

Ci si trova quindi in una sala di registrazione convenientemente apprestata nella quale gli artisti si esibiscono e dove i tecnici maneggiano magnetofoni, microfoni, sistemi per gli echi artificiali correttori di tono, ecc.

Nasce così il nastro magnetico registrato che riproduce il più fedelmente possibile « il pezzo ». Successivamente il nastro si taglia, si « monta » e può venire rimaneggiato in mille modi sino a che il direttore artistico e tecnico non siano soddisfatti.

Il nastro, una sottile striscia di celofane spalmata di materiale magnetico, passa tra i rullini della macchina d'incisione: **Essa può riprodurre nastri magnetici a diverse velocità** a seconda delle necessità d'incisione, e fornirà il segnale alle testine di registrazione. In questa sezione è inserito un sistema amplificatore d'alta qualità, munito di molteplici comandi, con i quali si possono ottenere tutte le correzioni acustiche necessarie, si possono esaltare o affievolire bassi e acuti. La sezione d'incisione può inoltre tenere il

Il controllo è continuo poichè la minima imperfezione può compromettere il risultato finale e rovinare tutto il lavoro precedente. Nelle foto le successive fasi di controllo al microscopio: prima l'acetato, successivamente la matrice e così via sino all'ascolto del disco completo.

Lo stampaggio è la fase finale delle lavorazioni. Le presse imprimono le matrici sulla pasta quindi dopo l'opportuna pulitura e rifinitura il disco è terminato.

passo, per creare una spirale di Archimede nel disco con solchi frequenti o radi.
Con l'apparecchio automatico o corrente che sia, è inoltre controllato in modo autonomo il disco in lavorazione, inciso col suono del nastro campione, e quando l'apparecchio funziona automaticamente, se tutto non procede regolarmente si ha un arresto di sicurezza.
La spirale d'Archimede altro non è se non il solco che vedrete sul disco finito. Il criterio d'incisione è noto a tutti: le vibrazioni sonore corrispondono a oscillazioni della punta di zaffiro che crea le incisioni su un piatto d'alluminio spalmato di cellulosa. La macchina di incisione deve quindi essere il più possibile perfetta poichè anche una minima vibrazione di un supporto, si inciderebbe nel piatto determinando un aumento del «rumore di fondo».
Terminata la registrazione e l'incisione, si ottiene un disco di acetato, tanto delicato e sensibile che una piccola particella o una piccolissima graffiatura, potrebbero rovinarlo irrimediabilmente.
La matrice, così ottenuta, viene avviata con la massima cura in un altro reparto della fabbrica dove, in un ambiente dominato dagli acri odori di acido solforico, trielina, cianuro ecc. operai vestiti con lucide tute « antiacido », si ricava una « copia » perfetta del disco, questa volta in metallo.
Per ottenere la copia il disco d'acetato, previa grafitatura, viene immerso in un bagno galvanico. Per questo l'acetato viene immerso in una soluzione di nitrato di argento. In presenza di una soluzione riducente, quale ad esempio quella di glucosio o di formaldeide, l'argento precipita dallo stato ionico allo stato metallico sull'acetato rivestendolo di uno strato d'argento molecolare. Naturalmente occorre molta attenzione poiche la più piccola impurità che rimanesse nel solco formerebbe un'irregolarità creando poi nel disco finito un noioso e a volte irrimediabile rumore. Così macchie, striatura, bolle, graffiature subite in precedenza dall'acetato possono rendersi manifeste anche solo in fase di argentatura o di sensibilizzazione compromettendo il lavoro sin qui svolto.

Del bagno galvanico uscirà successivamente la vera matrice in metallo, che nel gergo chiamano « il positivo » ed anche in questa fase della lavorazione occorrerà, come in ogni altra, molta precisione ed attenzione.
Tutta l'operazione dovrà però venir ripetuta per creare la coppia identica che sarà « negativa » e permetterà lo stampaggio dei dischi destinati al mercato.
Nel contempo in altri reparti della fabbrica si svolgono le varie fasi della preparazione per formare l'impasto di stampaggio. I materiali di cui è composto il disco possono essere diversi, ma normalmente si usa vinilite pura, per i dischi microsolco da 33,1/3 e 45 giri, e un impasto a base di gomma lacca con ardesia polverizzata per i normali 78 giri.
Dopo aver dosato con precisione le polveri, esse vengono preriscaldate su appositi tavoli oppure vengono immesse in un forno che le rende un impasto omogeneo. Poi il tutto viene calandrato e tagliato a misura in piccoli rettangoli da una macchina automatica.

Finalmente le due matrici applicate da mani abili alla pressa possono abbassarsi con tutta la loro forza sui rettangoli neri di vinilite o di gomma lacca e ne esce il disco, che opportunamente pulito, ascoltato per controllo e confezionato con copertine multicolori verrà inviato ai rivenditori.
Precisione e accuratezza nella preparazione, competenza nelle predisposizioni dei tempi e dei cicli di lavoro, accurata manutenzione delle attrezzature sono le condizioni necessarie per un lavoro ideale e per un risultato buono con bassi scarti e una buona fedeltà di riproduzione.
Ogni errore in questa lavorazione porta sempre danni, in special modo oggi che, con gli apparecchi di riproduzione moderni e assai progrediti, la più piccola imperfezione è notata dall'attento ascoltare. Con l'introduzione sempre più vasta di apparecchi ad « alta fedeltà » anche le case produttrici di dischi devono controllare sempre più attentamente le loro creazioni. ■

Nella sala di incisione è possibile registrare al microscopio il lavoro della punta di zaffiro. Nella foto la « macchina del drago » con a sinistra ben visibile il nastro magnetico e a destra i complicati apparecchi per l'incisione del suono sull'acetato.

Rubrica dei dischi Hi-Fi

I nove pezzi che qui presentiamo sono tutti, tranne uno da 25 cm., ottime realizzazioni microsolco a 33 giri da 30 cm. Qualche lettore ci ha chiesto di recensire anche qualche pezzo di minore mole ed altri a 45 giri. Contiamo di esaudire questo giustificato desiderio nel corso delle prossime recensioni;

CARATTERISTICHE DELL'APPARATO AD ALTA FEDELTA' IMPIEGATO PER LA RECENSIONE.

Giradischi professionale Garrard, braccio con punta di diamante. Equalizzazione RIAA e testina Goldring a riluttanza variabile equalizzazione RIAA (New Ortophonic), preamplificatore con regolazione di volume e profilo (Loudness Controll), amplificatore tipo Williamson ultralineare da 30 W di uscita (finali 5881). Complesso di altoparlanti a combinazione mista labirinto-reflex composto da: un coassiale Tannoy (gamma 30-20.000 Hz), un altoparlante di « presenza » Stentorium da 9 pollici, tre altoparlanti a cono rigido per le note acute a disposizione stereofonica. Estensione della sala: circa 48 metri quadrati per 3.70 di altezza. Complesso Festival gentilmente messo a disposizione dalla « Poliphonic ».

Edizioni. AMADEO Disco: AVRS 6023 — L'opera da tre soldi di Berth Brecht e Kurt Weill complesso dell'Opera di Stato di Vienna diretta da F. Carlo Adler.
Milano ha avuto una sua edizione dell'« Opera da tre soldi » curata da Strehler al Piccolo Teatro, che ottenne non solo il totale successo di pubblico che si meritava ma anche l'elogio dello stesso Brecht. In questo disco l'opera è raccolta per esteso nella sua forma originaria in lingua tedesca. Si tratta di un'edizione di eccezione realizzata dai migliori interpreti del complesso dell'opera di stato di Vienna.
L'incisione è veramente buona. Colpisce la nitidezza della riproduzione che testimonia di un notevole sforzo da parte della Casa Editrice per ottenere un'edizione degna degli inerpreti. Veramente eccezionale la pasta del disco che esclude totalmente ogni anche minimo fuscio di fondo.

Edizioni COLUMBIA - Disco QCX - 10256. Mozart Sinfonia n. 39 in Mi bemolle maggiore Concerto il La maggiore k 622. K 543 Orchestra Filarmonica di Londra diretta da Herbert von Karajan.
Si tratta di due composizioni dedicate al clarinetto in cui Mozart dimostra di aver compreso appieno tutte le possibilità di questo strumento.
L'ampiezza dei toni del clarinetto infatti si estende per più di tre ottave e mezzo, non solo, ma rapidi passaggi a forma di arpeggio e scale cromatiche possono venir eseguiti con facilità e notevole effetto accentuato dal fatto che con lo strumento si può passare con notevole facilità da un registro all'altro come in uno strumento a corda.
Per ultimo la dinamica ottenibile dal clarinetto è superiore a quella che può venir resa da molti altri strumenti. Dai tempi di Mozart la meccanica del clarinetto ha fatto dei sensibili passi in avanti ed ora si può pretendere dallo esecutore una maggiore agilità, ciononostante tutto quello che occorre sapere per un'esecuzione per clarinetto lo si trova senz'altro in queste due composizioni tanto più rimarchevoli se si pensa che Mozart le scrisse a tempo di record valendosi della prodigiosa agilità di composizione che gli era caratteristica.
Ottima l'esecuzione dell'orchestra filarmonica di Londra diretta da Von Karajan un sicuro e valente conoscitore dell'opera Mozartiana.

Molto curate pure l'incisione e la pasta del disco sì che pensiamo possano soddisfare ogni amatore della musica sinfonica.

Edizioni LA VOCE DEL PADRONE - Disco QCLP 12032.

Ella and Louis.
Nientemeno di Ella Fitzgerald e Louis Armstrong ben noti ormai anche dal pubblico italiano che li ha potuti recentemente apprezzare in numerosi spettacoli nelle nostre principali città.
Si tratta di due artisti eccezionali, autentiche personalità di primo piano del jazz di tipo vocale che è il jazz americano delle origini. In questi pezzi, infatti alcuni dei quali notissimi ma resi in modo del tutto originale con degli « arrangiamenti » di canto, l'orchestra ha solo il compito di accennare appena i passaggi ed i motivi principali mentre il vero jazz lo eseguono essenzialmente tre strumenti: la voce di Ella lieve e dolcissima, il canto aspro e pieno di sentimento di Armstrong con dei felici « a solo » della famosa tromba di Louis.
Undici esecuzioni l'una più bella dell'altra. La ripresa su nastro è degna dell'esecuzione. Il grado di « presenza » di questo disco è tra i più sorprendenti che nella mia carriera di tecnico abbia mai potuto ascoltare.
L'incisione è stata indubbiamente curata in modo particolare dalla Casa cui va tributato un giusto elogio anche per la presentazione sia fotografica che di testo della copertina realizzate con gusto e signorilità.

Edizioni MERCURY - Disco MG 20146

THE PLATTERS

Coloro che hanno potuto assistere alla proiezione di film come « Gangster cerca moglie » e « Senza tregua il Rock and Roll » già conoscono questo complesso vocale jazz giustamente famoso per la perfetta fusione di esecuzione realizzata dai cinque artisti negri. Zola Taylor unica donna del complesso, Tony Williams primo tenore, David Lynck secondo tenore, Paul Robi baritono, Herbert Reed basso.
I dodici pezzi qui riprodotti sono stati scelti dagli esecutori tra quelli che meglio possono mettere in luce le qualità del complesso e che il complesso stesso ama di più. L'affiatamento eccezionale realizzato da ben cinqua elementi può d'altra parte venir spiegato solo pensando alla passione, all'amore vero e proprio che essi portano per il loro genere musicale vivace ed originalissimo.
La ripresa su nastro è superbamente realizzata specie se si pensa alle difficoltà di ottenere la funzione di ben cinque voci diversamene dislocate per forza di cose attorno ai mezzi di ripresa sonora. L'edizione è pure molto curata come incisione cui corrisponde una buona pasta per il disco.

Disco MG 20242 - Louis JORDAN

Le orchestra di jazz in genere fioriscono solo se producono un loro genere personale, umano che riescono a imporre ad un certo pubblico.
Quello di Louis Jordan lo si potrebbe definire un jazz « gridato » senza molte inflessioni al punto da sembrare in un primo tempo al profano poco curato e grossolano. Un più attento esame rivela una perfetta fusione orchestrale ed una sicurezza di arrangiamento fuori dell'ordinario. Gli effetti strumentali sono molto curati e resi bene dalla buona registrazione su nastro cui, se si può forse rimproverare una certa discontinuità di resa tra un pezzo e l'altro, va comunque riconosciuta la difficoltà di ripresa dell'orchestra di Louis Jordan tipica per una dinamica di effetti di ardua registrazione. Nel complesso un buon disco. Questi dodici pezzi faranno la felicità degli appassionati di Rock and Roll.

Edizioni RCA Italiana - Disco A12R 0263.

Biock: Sonata per violino n. 2.

Grieg: Sonata n. 2 in Sol Op 13.
Violinista: Jascha Heinfetz.
Il pezzo a nostro parere più importante dal punto di vista tecnico in questo bel disco è la sonata per violino di Block. Giustamente dall'autore essa fu definita come « poema mistico » per il lirismo e l'elevatezza della trama intessuta dal violino. Indubbiamente la partitura mette in luce e nel modo migliore le notevoli qualità di Jascha Heinfetz che realizza con una padronanza delio strumento sorprendente anche i passaggi più difficili dello spartito; si tratta in molti casi da parte di Bloch di puro virtuosismo di composizione.
Sembra che il compositore, egli stesso ottimo violinista, si compiaccia di realizzare i più svariati passaggi di tono per il suo strumento preferito.
Anche per questo motivo il disco, anche se di pasta non del tutto buona, può venire utilizzato come disco di prova per le frequenze acute.
Il prezzo di Grieg è meno brillante ma pur sempre molto vivo e personale. « Questa musica », disse Ciaicowski », è scritta da uno spirito attratto solo dalla poesia pura e non ligio a nessun schema melodico prefisso o convenzionale. »

Disco: A12R0214.

Beethoven Sonata al chiaro di luna e Waldstein — Pianista Horowitz.
Si tratta di due notissime sonate che spesso vengono felicemente accoppiate; l'interesse in questo caso è accresciuto dalla personalità dell'esecutore.
Il « Chiaro di Luna» è stato eseguito in questo caso in modo del tutto personale diremmo anzi anticonvenzionale con poche inflessioni rcmantiche. Molto probabilmente questa esecuzione è più aderente all'originale cui il sottotitolo romantico di « Sonata al chiaro di Luna » è stato dato solo dai posteri.
Di esecuzione più vivace e brillante è invece la seconda sonata dedicata da Beethoven al Conte Waldstein. Anche per questo motivo questo secondo pezzo sarà senz'altro più accetto al pubblico.
Il pianoforte è reso con sicurezza e con maestria da Horowitz. A questo risultato ha contribuito la ripresa su nastro che è stata senza dubbio molto curata. Buona pure l'incisione che permette una notevole fedeltà di riproduzione. Meno buona invece la pasta del disco.

Edizioni VOX - Disco PL 10.000.

La nona sinfonia di Beethoven (corale) Orchestra sinfonica Pro Musica di Vienna diretta da Jascha Horenstein.
Beethoven assistette personalmente alla prima esecuzione di questa sua opera, dedicata al Re Federico Guglielmo di Prussia, avvenuta il 7 Maggio del 1824. Il successo fu entusiastico. Più diviso fu invece il parere dei posteri per parte dei quali la « nona » rappresenta il culmine delle possibilità di Beethoven mentre per altri il fatto che egli abbia fatto ricorso a musica vocale prova l'esaurimento della sua vena musicale, nelle precedenti otto sinfonie.
Polemiche a parte la nona sinfonia resta a nostro parere un notevole esempio di tecnica sinfonica messa in rilievo dalla grandiosità degli effetti orchestrali. Forse e per questo motivo che la nona è uno dei pezzi di maggiore « dinamica ».
Va quindi attribuito un plauso alla Casa Editrice Vox per questa difficile edizione che la tecnica del passo variabile ha permesso di raccogliere in un solo disco della durata complessiva di circa un'ora. I pieni orchestrali sono resi molto bene e la registrazione anche della parte cantata è molto curata ed efficace.

Edizioni PHILIPS: Disco SO6881R.

Corelli - Concerti grossi op. 6 - n. 5 e n. 8.
Esecutori: 1° violino: Felix Ayo
2° violino: Walter Gallozzi
violoncello: Vincenzo Altobelli.
Il termine concetto grosso (il vocabolo grosso di origine evidentemente germanica, sta per « grande ») si riferiva in un primo tempo ad una composizione sinfonica eseguita da un complesso strumentale di numero variabile che in seguito si precisò attorno al cuore dell'orchestra « il concertino » composto da un trio d'archi, due violini ed un basso. Arcangelo Corelli, uomo d'altra parte di vasta cultura e pure insigne violinista, fu uno dei maestri di questo tipo di composizione che fu trattata con fortuna anche da altri grandi musicisti quali Vivaldi, Bach, Haendel.
I concerti grossi di Corelli sono ben dodici tutti cartterizzati da un'impostazione di dialogo tra il « concertino » ed il resto dell'orchestra. Un altro bel disco della raccolta de « I musici n. A00303L raccoglie i concerti n. 4-7-8-9-10 della stessa opera 6. Corelli è un musicista Italiano nel vero senso della parola. Il gioco di contrappunto della sua musica viene alleggerito sempre da un'eccezionale originalità stilistica che si manifesta con vivacità, ripetiamo, tutta italiana anche se nell'ambito di una impeccabile esecuzione.
Da questo contrasto trà la serietà e compostezza della trama e la vivacità e la richezza degli spunti melodici nasce, a nostro parere, la grandezza di Corelli. Questo genere melodico verrà poi continuato e arricchito da Vivaldi (del quale la raccolta « I Musici » ha già prodotto il bellissimo « Concerto delle Quattro stagioni »). L'incisione è veramente buona e la pasta del disco quasi perfetta. Tra l'altro il disco di soli 25 cm di diametro viene venduto ad un prezzo ridotto, che lo mette alla portata di tutti.

SEGNALAZIONI

Siamo lieti di segnalare che la Casa Editrice Mercury ha dato il via a tutta una serie di dischi di prosa e musica folcloristiche di notevole valore artistico tra i quali ricordiamo un « extended long play » a 45 giri di canti caratteristici siciliani (music EPN 30.000) e due dischi dei canti caratteristici dei canzonieri Siculi « La storia di Giuliano » e « Lamentu per la morti di turiddu Carnivali » (music EPN 30.001 e 2).

Dott. Ing. F. Simonini